MINISTERUL CONSTRUCȚIILOR
ȘI AL INDUSTRIEI MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

INSTRUCȚIUNI

PENTRU CALCULUL SECȚIUNILOR DE BETON ARMAT DUPĂ STADIUL DE RUPERE

În conformitate cu STAS 1546 — 50

EDITURA MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR
ȘI AL INDUSTRIEI MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII
— 1 9 5 3 —

Scanned with OKEN Scanner

Kr 31

MINISTERUL CONSTRUCȚIILOR
ȘI AL INDUSTRIEI MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

INSTRUCȚIUNI

PENTRU CALCULUL SECȚIUNILOR DE BETON ARMAT DUPĂ STADIUL DE RUPERE

În conformitate cu STAS 1546 — 50

EDITURA MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR
ȘI AL INDUSTRIEI MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII
— 1 9 5 3 —

Scanned with OKEN Scanner

PREFAŢA LA EDIŢIA II-A

Reeditarea « Instrucţiunilor pentru calculul secţiunilor de beton armat după stadiul de rupere, în conformitate cu STAS 1546-50 » apare necesară în urma epuizării primei ediţii, ca o consecinţă a aplicării pe scară tot mai largă, în proiectare, a metodei pentru calculul betonului armat la rupere.

Noua ediţie a fost revizuită, făcându-se corectarea unor greşeli care au scăpat în prima ediţie şi adăugându-se partea privitoare la modul de conducere a calculului pentru secţiunile comprimate centric, întinse centric, precum şi calculul la eforturile unitare principale de întindere, împreună cu exemplele de calcul respective.

Deasemenea s'a introdus o tabelă care ajută calculul la compresiunea centrică pentru stâlpii fretaţi.

In « Instrucţiunile » propriu zise în vederea tipizării secţiunilor de beton armat s'au dat dimensiunile normate şi pentru secţiunile comprimate, vechea ediţie cuprinzând numai normarea dimensiunilor secţiunilor încovoiate. S'a introdus şi o tabelă a procentelor maxime pentru secţiunile T.

Cu corectarea greşelilor şi cu complectările făcute, ediţia de faţă a « Instrucţiunilor pentru calculul secţiunilor de beton armat după stadiul de rupere » vine să umple golul mult resimţit printre proiectanţii din Institutele noastre, prin epuizarea primei ediţii

Lucrarea va constitui un ajutor preţios dat constructorilor din ţara noastră pentru proiectarea marelui volum de construcţii prin care statul nostru democrat-popular traduce în fapt măreţele prevederi ale planului cincinal şi ale planului de electrificare.

EDITURA M.C.I.M.C.

Scanned with OKEN Scanner

PREFAŢA LA EDIŢIA I-A

Prin oficializarea standardului pentru calculul secţiunilor de beton armat STAS 1546-50 se introduce pentru prima dată la noi în ţară o nouă metodă de calcul a betonului armat, metoda « la rupere », folosindu-se bogata experienţă sovietică în acest domeniu. Deşi în ultimii ani studenţii şi proiectanţii noştri au avut posibilitatea să folosească un suficient material documentar sovietic privitor la această problemă, se simţea totuşi nevoia unor publicaţii care să lărgească şi să exemplifice conţinutul standardului.

In acest scop, Direcţia Tehnică din Ministerul Construcţiilor şi al Industriei Materialelor de Construcţii a elaborat « Instrucţiunile » de faţă, având ca model Instrucţiunile sovietice respective, după cum STAS-ul 1546-50 este alcătuit pe baza elementelor din Normele şi Condiţiile Tehnice N şi TU-3-48, care tratează această problemă.

In STAS 1546-50 sunt expuse, într'o formă generală şi pe scurt, principiile fundamentale de calcul şi de construcţie. In « Instrucţiunile » de faţă aceste principii generale se extind la cazurile mai des întâlnite în practică. Astfel, se dau formule de calcul pentru diferite solicitări la secţiunile dreptunghiulare, T, triunghiulare, inelare etc.

Afară de această parte teoretică, Instrucţiunile mai cuprind o serie de aplicaţii numerice, pentru cazurile cele mai frecvente, cum şi o serie de tabele şi abace necesare proiectării curente.

In cele ce urmează sunt expuse pe scurt principiile de bază ale noii teorii de calcul şi o serie de date privitoare la materiale, rezistenţe de calcul, coeficienţi de siguranţă şi principii de calcul. S'a insistat în special asupra limitelor între care se aplică formulele pentru cazul diferitelor solicitări — limite stabilite pe baza încercărilor ŢNIPS (Ţentralinâi Naucino-Isledovatelschii Institut Promâşlenâh Soorujenii — Institutul Central de Cercetări Ştiinţifice în Construcţii Industriale).

Această metodă nouă revoluţionează teoria veche a calculului betonului armat şi dă posibilitatea de a se realiza economii importante de materiale şi să se reducă simţitor preţul de cost. Aplicarea acestei metode la realizarea construcţiilor din ţara noastră aduce o preţioasă contribuţie la îndeplinirea sarcinilor pe care planul cincinal le pune industriei noastre de construcţii.

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with OKEN Scanner

Ing. Gaspar Emil
Timișoara 15 oct 1954

INTRODUCERE

A. Metoda rezistențelor admisibile și metode noi de calcul

Metoda rezistențelor admisibile de dimensionare și verificare a secțiunilor nu poate să rezolve toate problemele ridicate de materialele de construcție cu proprietăți plastice cum sunt betonul, lemnul, piatra și oțelul peste limita de curgere.

Intr'adevăr, ideea rezistenței admisibile, considerată ca o fracțiune a rezistenței de rupere, poate avea sens dacă ar exista o proporționalitate între sarcinile exterioare și eforturile unitare interioare până în faza de rupere — ceeace nu se realizează însă decât în cazuri izolate.

In U.R.S.S., în ultimii 20—25 ani, metoda rezistențelor admisibile a fost reexaminată în mod critic și defectele ei au fost scoase în evidență.

Prof. V. M. Keldiș, doctor în științe tehnice, spune: « Defectul fundamental al metodei rezistențelor admisibile constă în faptul că ea presupune un corp ipotetic elastic, ignorează proprietățile plastice ale materialelor și prin aceasta nu ține seamă de condițiile reale de comportare ale construcțiilor sub sarcini. Deaceea această metodă nu ne dă și nu ne poate da o imagine fidelă despre capacitatea portantă a construcțiilor »[1]).

Bazați pe un material experimental foarte bogat, oamenii de știință sovietici au trecut la dimensionarea construcțiilor pe alte baze principiale.

In 1938 a fost oficializată pentru prima dată o nouă teorie de calcul pentru construcțiile de beton armat, cunoscută sub numele de « metoda sarcinilor de rupere ».

« Deosebirea între metoda de calcul după sarcinile de rupere și metoda rezistențelor admisibile constă în faptul că această metodă folosește într'o proporție mult mai mare materialul experimental, generalizează practica construcțiilor noastre și ține seama de starea plastică a materialului la limită.

Principiile de calcul ale acestei metode sunt bazate pe analiza proprietăților reale ale materialelor și pe condițiile reale de lucru ale construcțiilor »[2]).

Noua metodă de calcul este legată de numele savanților sovietici V. Loleit și A. A. Gvozdev.

Prof. V. Loleit, la a doua conferință unională pentru beton și pentru beton armat (Leningrad 1932) în raportul său intitulat « Despre revizuirea teoriei betonului armat », a enunțat elementele de bază pentru calculul secțiunilor de beton armat în stadiul de rupere; Prof. A. A. Gvozdev, generalizând încercările făcute în laboratorul central din Moscova (ȚNIPS), a elaborat proiectul oficial

[1]) Calculul construcțiilor după stările la limită (Publicație ȚNIPS).
[2]) Idem.

Scanned with OKEN Scanner

de norme (1936), care a fost aprobat în 1938 și a devenit obligatoriu pentru toate construcțiile civile și industriale din Uniunea Sovietică (OST-900 030-38).

Desvoltând ideea profesorului V. Loleit, A. A. Gvozdev și elevii săi (M. S. Borișanski, V. I. Murașov, K. E. Tal, I. I. Goldenblat, M. I. Pildiș și alții) au extins metoda « sarcinilor de rupere » la alte materiale de construcție: betonul simplu, zidăriile, zidăriile armate. Continuând această linie, prof. P. L. Pasternak[1] a generalizat practica construcțiilor de beton armat înglobate în zidărie și a elaborat pentru aceasta o metodă generală de calcul în stadiul de rupere.

Au fost soluționate, deasemenea, o serie de probleme, cum sunt: calculul la forțe tăietoare în stadiul de rupere, problema deformațiilor secțiunilor de beton armat, fisurarea și deschiderea limită a fisuri or la construcțiile expuse etc.

Prelucrând materialul din ce în ce mai vast al încercărilor și al studiilor de laborator, oamenii de știință sovietici păşesc în prezent la aplicarea unei metode generale și unitare pentru calculul construcțiilor din orice materiale.

Metoda este cunoscută sub numele de « calculul construcțiilor după stările la limită » și asigură construcția la toate stările care la limită o pot scoate din exploatare: ruperea sau pierderea echilibrului, desvoltarea unor deformații inadmisibile, fisurarea, deschiderea limită a fisurilor.

Metoda « sarcinilor de rupere » și « calculul după stările la limită » sunt realizări exclusive ale științei sovietice. Tratând despre defectele metodei rezistențelor admisibile, prof. A. A. Gvozdev spune: « Este natural ca renunțarea la calculul după rezistențe admisibile și elaborarea calculului după stările la limită să se fi produs tocmai în țara noastră, unde cerințele practicei giganticelor construcții ale planurilor cincinale pun în mod acut problema de a folosi în modul cel mai rațional materialele de construcții și de a economisi mâna de lucru, unde oamenii de știință sunt înarmați cu cea mai avansată metodă de cunoaștere — « materialismul dialectic ».

Oficializarea în R. P. R., prin apariția STAS 1546-50, a metodei de calcul a secțiunilor de beton armat după sarcinile de rupere, constitue un real progres. Afară de economiile de materiale care se realizează prin aplicarea acestei metode, se deschid și perspective nelimitate pentru studiile și încercările de laborator. Folosirea calculului după sarcinile de rupere pregătește, deasemenea, terenul pentru trecerea la calculul după stările la limită, cea mai avansată și cea mai științifică metodă pentru calculul construcțiilor inginerești.

B. Principiile fundamentale ale metodei de calcul după stadiul de rupere[2])

Principiile fundamentale pe baza cărora este desvoltată metoda de calcul la rupere sunt următoarele:

1. Echilibrul dintre eforturile interioare și solicitări se consideră în stadiul de rupere (stadiul III) când rezistențele în beton ating valorile de rupere iar rezistențele în oțel — limita de curgere.

2. Repartizarea rezistențelor în zona comprimată este curbilinie și corespunde proprietăților elastico-plastice ale betonului[3]) (se renunță la ipotezele clasice: legea lui Hooke și ipoteza secțiunilor plane).

---

[1]) *P. L. Pasternak.* Construcții complexe (Moscova, 1948)

[2]) Metoda sarcinilor de rupere este cunoscută la noi, în cazul betonului armat, sub numele de calcul « la rupere ».

[3]) Pentru simplificarea formulelor de calcul fără a face o eroare mai mare de 2% se ia o repartiție de rezistență dreptunghiulară.

Scanned with OKEN Scanner

3. Zona întinsă a betonului nu se ia în considerație.

4. Pentru asigurarea elementelor de construcție la eventualele depășiri de sarcini (supraîncărcări), defecte de materiale, defecte de execuție, condiții de exploatare neprevăzute etc, efortul de rupere (moment încovoietor, forță axială centrică sau excentrică) determinat în stadiul limită de ruptură trebue să ne asigure față de efortul de exploatare un coeficient de siguranță c.

In felul acesta, condițiile fundamentale de rezistență devin:

a) la încovoiere

$$M \leqslant \frac{M_r}{c}$$

b) la compresiune și întindere centrică

$$N \leqslant \frac{N_r}{c}$$

c) la compresiune și întindere excentrică

$$N = \frac{M}{e} \leqslant \frac{N_r}{c}$$

unde: N, M — forța normală, respectiv momentul provenit din sarcinile de exploatare;

$N_r\ M_r$ — forța normală, respectiv momentul care produce ruperea secțiunii;

$e = \frac{M}{N}$ — excentricitatea forțelor în stadiul de exploatare;

c — coeficientul de siguranță (variabil după natura solicitării).

Problema care se pune într'un calcul la rupere este determinarea valorilor eforturilor în stadiul limită de ruptură. Problema este static determinată. In adevăr, pentru toate cazurile de încovoiere sau compresiune excentrică (cazul 1), poziția axei neutre și efortul de rupere se determină cu o ecuație de proiecții și una de momente.

Domeniul de valabilitate a formulelor astfel obținute, precum și rezolvarea cazului 2 (de compresiune excentrică) conțin o serie de elemente experimentale.

In felul acesta metoda la rupere îndeplinește condițiile unei teorii de calcul, și anume:

a) Ipotezele de calcul nu sunt în contradicție principială cu proprietățile fizice ale materialelor.

b) Rezultatele aplicațiilor practice se verifică experimental.

c) Coeficientul de siguranță este scos în evidență.

d) Noua teorie de calcul îmbrățișează marea diversitate a proprietăților materialelor și rezolvă problema economiei de materiale.

e) Prin schematizarea fenomenelor fizice și eliminarea din calcul a fenomenelor de contracție, curgere lentă etc. se obțin formule simple și a căror aplicare este ușoară.

Trebue subliniat totuși faptul că deocamdată noua metodă rezolvă numai aspectul dimensionării secțiunilor și dă posibilitatea să se determine efortul la care se rupe secțiunea ($M_r\ N_r$), iar eforturile M și N din sarcinile de exploatare se obțin aplicând sistemului static ipotezele clasice ale mecanicei construcțiilor.

Calculul complect va trebui să cuprindă și aspectul determinării eforturilor sistemului, adică să se calculeze sarcina exterioară la care se rupe sistemul. Aceasta este o problemă mai grea și se găsește încă în studiu. Normele sovietice

Scanned with OKEN Scanner

cum și STAS 1546-50 au în vedere această problemă prin punctul 13 care spune: « în calculul static al elementelor de construcție din sistemele static nedeterminate se poate lua în considerare retransmiterea eforturilor în urma deformațiilor plastice ».

In Uniunea Sovietică au apărut în ultimul timp instrucțiuni oficiale pentru calculul static, ținând seamă de retransmiterea eforturilor în urma deformațiilor plastice ale unor elemente de construcție static nedeterminate și anume:

— plăci armate pe o direcție sau cruciș;
— grinzi secundare (nervuri) continue și rezemate pe grinzi principale;
— planșee ciuperci.

Rezolvarea acestor capitole s'a făcut pe baza lucrărilor lui A. A. Gvozdev, teoreticianul calculului capacității portante a construcțiilor după echilibrul la limită — aplicabil la toate construcțiile care prezintă o ruptură plastică (necasantă) cu deformații relativ mici până în faza de rupere (pentru a li se putea aplica principiul lucrului mecanic virtual).

C. Materiale — rezistențe de calcul

1. Betoane. Standardul 1546-50 stabilește zece mărci de betoane pentru construcțiile de beton armat, obișnuite și speciale. Această extindere dată mărcilor permite folosirea betonului celui mai indicat la o construcție de un anumit tip. Diversitatea mărcilor este însă condiționată de o execuție care să stăpânească tehnologia betonului în așa fel încât să realizeze efectiv marca prevăzută.

2. **Rezistențele de rupere ale betoanelor.** Din punctul de vedere al rezistențelor mecanice, betoanele se caracterizează prin marca lor. Marca se definește prin rezistența obținută la ruperea prin compresiune, la 28 de zile dela confecționarea lor, a cuburilor cu latură de 20 cm.

Rezistențele de rupere pentru alte solicitări se pot da în funcție de marca R a betonului.

Valorile date în tabela 1 din Instrucțiuni reprezintă valori medii obținute pe baza unor formule empirice pe care le dăm mai jos.

Pentru limita de rupere a prismelor prin compresiune:

$$R_{pr} = \frac{1300 + R}{1450 + 3R} R.$$

Pentru limita de rupere prin întindere:

$$R_t = \frac{1}{2}\sqrt[3]{R^2}.$$

Pentru limita convențională de rupere prin compresiune din încovoiere:

$$R_i = 1{,}25\ R_{pr}.$$

In tabela 1 nu sunt date rezistențele de rupere prin forfecare pură. Pentru aplicațiile curente pot fi folosite valorile indicate mai jos date în manualele sovietice[1]).

---

[1]) *A. M. Ivianschi.* Construcții de beton armat (1950). Valorile trecute în tabelă se obțin cu formula:

$$R_{forfecare} = 0{,}2\ R_t \text{ (I. V. Stolearov).}$$

Scanned with OKEN Scanner

Rezistențele de rupere prin forfecare pură

Marca betonului	90	110	140	170	200	250	300	400	500	600
Rezistența de rupere prin forfecare	19	22	27	31	35	41	47	58	68	77

3. Modulii de elasticitate. Standardul 1546-50 prevede modulii de elasticitate în funcție de marca betonului și de solicitarea elementului de construcție (compresiune sau încovoiere).

In standard sunt date valori medii, determinate în cazul compresiunii, cu formula empirică:

$$E_b = \frac{1\,000\,000}{1{,}7 + \frac{360}{R}} \text{ kg/cm}^2.$$

Formula este valabilă pentru rezistența de lucru $(0{,}4-0{,}6)\ R_{pr}$.

Pentru elementele de construcție supuse la încovoiere, valorile trecute în standard se obțin prin multiplicarea formulei de mai sus cu 0,625.

4. Coeficienții de siguranță. Elementul cel mai important într'un calcul la rupere este coeficientul de siguranță.

Valoarea coeficientului de siguranță se ia în funcție de natura încărcărilor.

La construcțiile în care predomină sarcinile utile $\left(\frac{Q_u}{Q_s} > 2\right)$, coeficienții de siguranță sunt mai mari deoarece și probabilitatea unor supraîncărcări (depășirea încărcărilor normate) este mai mare. La construcțiile în care predomină sarcinile permanente $\left(\frac{Q_u}{Q_s} < 2\right)$ coeficienții de siguranță se dau mai mici. Acest criteriu de aplicare a coeficientului de siguranță ușurează construcțiile masive.

Coeficienții de siguranță depind, deasemenea, de cauzele eventualei ruperi și de caracterul construcției.

Astfel, capacitatea portantă a stâlpilor comprimați centric depinde în special de rezistența betonului la compresiune. Luând în considerație eventualele defecte de execuție care pot micșora simțitor capacitatea portantă a stâlpilor — care reprezintă în acelaș timp elemente de construcție de o importanță mai deosebită — STAS 1546-50 prevede, pentru compresiune centrică, valori mai mari decât pentru alte solicitări. Deasemenea, coeficienții de siguranță pentru elementele la care ruperea este condiționată de rezistențele la întindere sunt majorați pentrucă formula $R_t = \frac{1}{2}\sqrt[3]{R^2}$ este destul de nesigură și pentrucă rezistențele la întindere nu cresc în timp în același ritm cu rezistențele la compresiune.

5. Oțelul STAS 1546—50 prevede, pentru construcțiile de beton armat, oțelurile OL00, OLX00, OL38, OL50, OLX52. Limitele de curgere ale oțelului beton prevăzute în standard pentru calculul construcțiilor de beton armat reprezintă valori medii determinate pe baze statistice și nu trebue confundate

Scanned with OKEN Scanner

cu valorile prescrise în STAS 438-49 « Oţel beton rotund ». Aceste valori sunt mai mici şi reprezintă limitele de rebut.

Astfel, deşi standardul sovietic (GOST 960-46) prevede pentru oţelul ST-0s o limită de curgere minimă de 1900 kg/cm² (minimul de rebut), totuşi, pentru calculul construcţiilor de beton armat se ia acelaş oţel cu $\sigma_c = 2500$ kg/cm², ceeace reprezintă o medie acoperitoare.

Pentru oţelul ST-3, acelaş standard prevede o limită de curgere minimă de 2200 kg/cm², dar pentru construcţiile de beton armat se ia acelaş oţel cu 2500 şi 2850 kg/cm . In adevăr, media statistică pentru 2037 probe a dat pentru oţelul sovietic ST-3 o limită de curgere de 2875 kg/cm² [1]).

Pentru construcţiile de beton armat obişnuite se recomandă oţelurile OL00, OLX00, OL38 care au proprietăţi plastice pronunţate şi prin aceasta se apropie mai mult de ipotezele fundamentale ale noii teorii de calcul.

D. Elemente de calcul

1. Compresiunea centrică. Noua metodă de calcul admite că, în stadiul de rupere, betonul ajunge la rezistenţa de rupere prin compresiune în prisme, iar oţelul la limita de curgere; capacitatea portantă a stâlpilor supuşi la compresiune centrică cu bare longitudinale şi etrieri obişnuiţi se determină, astfel, cu formula:

$$cN = N_r = R_{pr} \cdot A_b + \sigma_c \cdot A_f. \qquad (1)$$

In laborator, unde sarcina de rupere se aplică într'un interval de câteva ore, deformaţiile betonului sunt destul de mici, ceeace face ca oţelul să nu atingă uneori limita de curgere. In condiţiile reale de exploatare numai sub sarcina permanentă se desvoltă în timp deformaţii plastice din curgerea betonului, suficient de mari, datorită cărora se descarcă betonul şi se încarcă armătura. Această retransmitere de eforturi face ca, în momentul ruperii, ambele materiale să fie folosite complect.

Prof. V. M. Keldiş citează cazul unor stâlpi de beton armat, pe armătura cărora s'au montat, în timpul execuţiei, tensometre; deformaţiile măsurate la terminarea încercării arătau că oţelul ajunsese la limita de curgere (calculate clasic, rezistenţele în oţel aveau valori sub cele admisibile) deşi construcţia se comporta normal. Această încercare justifică formula (1) şi arată, în acelaş timp, că atingerea rezistenţei maxime într'unul din materiale nu caracteriza capacitatea portantă a structurii.

Din examinarea formulei (1) rezultă că efortul preluat de beton este mult mai mare decât efortul preluat de oţel; deaceea este recomandabil ca, la dimensiuni impuse, mărimea capacităţii portante să se obţină folosind o marcă de beton mai mare şi nu un procent de armare exagerat.

In al doilea rând se impune o mai mare atenţie la obţinerea pe şantier a mărcii prescrise pentru betonul folosit în stâlpi.

Stâlpii de beton armat solicitaţi centric se rup, în general, la deformaţii mari; deaceea sunt trecuţi în categoria elementelor de construcţie cu rupere casantă.

2. Elemente încovoiate Elementele încovoiate din beton armat se comportă diferit de cele comprimate centric. In adevăr, pentru momente încovoietoare mici, eforturile de întindere sunt preluate atât de beton, cât şi de armătură. Cum însă rezistenţa la întindere a betonului este mică, acesta fisurează la sarcini exterioare neînsemnate şi uneori datorită numai contracţiei. Pe măsură ce se

[1]) Calculul construcţiilor după stările la limită (Publicaţie TNIPS) p. 48.

Scanned with OKEN Scanner

desvoltă fisurile în zona întinsă, rigiditatea elementului scade (crește săgeata) însă capacitatea de a prelua mai departe momente încovoietoare se menține până când armătura întinsă atinge limita de curgere, iar betonul rezistența de rupere la compresiune din încovoiere.

Caracteristica ruperii grinzilor încovoiate depinde de procentul de armare;

a) Pentru procente de armare foarte mici (sub procentele minime date în tabela 3) secțiunile se comportă la rupere ca și cum ar fi din beton simplu cu armătură constructivă, iar momentul de rupere calculat cu ipotezele betonului armat (fără zona întinsă) poate rezulta mai mic decât cel calculat cu ipotezele betonului simplu. In tabela 3 din Instrucțiuni sunt date valorile procentelor minime de armare pentru care secțiunile se mai consideră de beton armat. Secțiunile armate mai slab se tratează ca secțiuni de beton simplu sau de beton slab armat (armobeton) și necesită prescripții speciale.

b) Pentru procente de armare normale, ruperea începe prin curgerea armăturii întinse, se continuă cu desvoltarea fisurilor din zona întinsă a secțiunii și se termină cu ruperea betonului comprimat.

Date exacte asupra distribuirii rezistențelor în zona comprimată în momentul ruperii nu există și nici capacitatea betonului de a rezista la compresiune din încovoiere nu este bine cunoscută. Incercările au arătat că valorile limită se apropie de rezistența cubică și, în orice caz, sunt mai mari decât rezistența prismatică. Valorile convenționale date în STAS 1546-50 se calculează, cum am mai arătat, cu formula $R_i = 1{,}25\ R_{pr}$ și sunt acoperitoare. Pentru simplificarea calculelor, distribuția rezistențelor în secțiune se ia dreptunghiulară.

Relațiile statice pentru acest caz se scriu astfel:

$$A_f\ \sigma_c = R_i\ A_b \tag{2}$$

$$cM = M_r = R_i\ S_b \qquad \text{(a se vedea figura 3 din Instrucțiuni)} \tag{3}$$

c) Dacă în relația (2) armătura A_f, respectiv procentul de armare, crește mult, crește și secțiunea betonului comprimat (A_b), iar axa neutră coboară. Se poate întâmpla ca, pentru procente de armare foarte mari (practic neutilizabile), ruperea să înceapă cu zona comprimată a betonului, fără ca armătura întinsă să ajungă la curgere. Această « supra-armare » a secțiunilor nu este economică și prezentele « Instrucțiuni » o interzic.

In felul acesta se impunea o delimitare pentru domeniul de aplicare a formulelor (2) și (3), delimitare care se poate exprima comod prin poziția limită a axei neutre.

Experimental s'a dovedit că dacă este satisfăcută relația (4), ruperea începe totdeauna prin curgerea armăturii (oțelul este bine folosit)

$$S_b \leqslant 0{,}75\ S_0. \tag{4}$$

Pentru o secțiune dată, S_0 este o constantă, iar poziția axei neutre (x) este dată de A_b. In cazul secțiunii dreptunghiulare, condiția (4) combinată cu relația (2) devine:

$$\frac{x}{h_0} = \frac{A_f}{bh_0} \cdot \frac{\sigma_c}{R_i} = \mu \frac{\sigma_c}{R_i} \leqslant 0{,}50$$

De aici rezultă și valoarea limită a procentului de armare pentru care relațiile (2) și (3) (în cazul secțiunilor dreptunghiulare) mai sunt valabile:

$$\mu_{max} = 0{,}50 \frac{R_i}{\sigma_c}$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru procente de armare mai mari decât μ_{max} la rupere fierul nu atinge limita de curgere (este rău folosit) și secțiunea «supra-armată» cedează prin ruperea betonului comprimat. In tabela 6 sunt date, pentru secțiunile dreptunghiulare, valorile procentului maxim de armare μ_{max}. Deasemenea toate tabelele, pentru calculul secțiunilor dreptunghiulare, se opresc la aceste procente maxime de armare. Pentru alte secțiuni, poziția limită a axei neutre se poate deduce aplicând direct condiția

$$S_b = 0{,}75\ S_0.$$

Trebue subliniat faptul că procentele de armare maxime date de condiția (4) sunt suficient de mari și că ele cuprind toate cazurile normale care se pot întâlni în practica curentă.

Teoria nouă a betonului armat, admițând procente de armare suficient de mari, face ca necesitatea armării duble să devină un caz cu totul izolat.

Armarea dublă poate fi totuși folosită când secțiunile sunt solicitate de momente cu sensuri diferite sau când vrem, pentru economie, să introducem în calcul armătura comprimată pusă din considerații constructive, cum și în cazurile izolate când armarea simplă ne conduce la $S_b > 0{,}75 S_0$ (în cazul secțiunilor dreptunghiulare $x > 0{,}5h_0$), adică atunci când axa neutră se situează mai jos decât poziția sa limită și vrem s'o reducem la o situație normală, prin întărirea zonei comprimate de beton cu fier.

Formulele de calcul pentru cazul armării duble devin:

$$\sigma_c A_f - \sigma_c A_f' = R_i A_b \qquad \text{(a se vedea fig. 4 din Instrucțiuni)} \qquad (5)$$

$$M_r = cM = R_i S_b + \sigma_c A_f' (h - a') \qquad (6)$$

STAS 1546-50 mai limitează valoarea maximă a momentului de rupere prin condiția:

$$M_r = cM \leqslant S_0 R_i \qquad (7)$$

care dă momentul maxim ce poate fi preluat cu o secțiune de beton dată, dublu armată, și determină procentele maxime de armare la încovoiere cu dublă armare.

Cum se vede din relația (6), armătura comprimată se consideră în stadiul de curgere. Se pot întâmpla totuși cazuri (când armătura comprimată pusă din motive constructive este foarte puternică, iar armătura întinsă este relativ slabă) în care axa neutră să se apropie mult de armătura comprimată și, cum diagrama rezistențelor de compresiune este în realitate curbilinie, fierul comprimat să nu atingă limita de curgere.

Pentru a evita această situație, standardul limitează poziția superioară a axei neutre la minimum $2a'$ (8)

$$x \geqslant 2a' \text{ sau } z < h_0 - a'. \qquad (8)$$

Aceasta înseamnă că armătura comprimată nu trebue să se situeze sub centrul de greutate al betonului comprimat (diagramă dreptunghiulară).

Dacă, totuși, din calcul rezultă $x < 2a'$, se ia convențional $x = 2a'$ ($z = h_0 - a'$). Ecuația de momente (6) se scrie în acest caz în raport cu centrul de greutate al armăturii comprimate:

$$M_r = cM = \sigma_c A_f (h_0 - a') \qquad (6')$$

Scanned with OKEN Scanner

(luând momentul în raport cu centrul de greutate al armăturii comprimate eliminăm termenii nesiguri, adică rezultanta compresiunilor din beton și rezistența efectivă a armăturii comprimate) (fig. a).

In concluzie, în calculul la încovoiere al secțiunilor simplu sau dublu armate, se deosebesc următoarele cazuri:

a) Armare simplă; axa neutră cade în zona I + II: sunt valabile formulele (2) și (3).

b) Armare simplă; axa neutră cade în zona III (caz neeconomic, interzis de standard): se poate aplica formula (3) în care se ia $S_b = 0{,}75\ S_0$ sau, mai precis, se dă lui x chiar valoarea maximă corespunzătoare poziției limită ($m - m$). In acest caz, armătura nu ajunge la curgere.

c) Armare dublă; axa neutră cade în zona I: sunt valabile formulele (5) și (6).

d) Armare dublă; axa neutră cade în zona II: este valabilă formula (6'), adică se ia $x = 2a'$. Armătura comprimată probabil nu ajunge la curgere.

e) Armare dublă; cu procentul de armare al armăturii întinse mai mare decât cel impus de condiția (7): se ia pentru momentul de rupere valoarea limită.

$$M_r = cM = S_0 R_i.$$

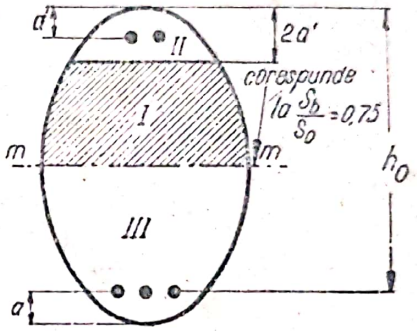


Fig. a

Spre deosebire de elementele comprimate centric, în care capacitatea portantă era determinată în special de secțiunea și de marca betonului, în cazul elementelor încovoiate capacitatea portantă este determinată în special de secțiunea și de limita de curgere a oțelului. Deaceea, în construcțiile curente în care predomină elementele încovoiate (plăci și grinzi), se pot folosi mărci de beton mici (110, 140).

3. Elemente comprimate excentric Ruperea elementelor comprimate excentric depinde de procentele de armare μ și μ' și de excentricitatea relativă $\frac{e_0}{h} = \frac{M}{Nh}$.

Pentru elaborarea formulelor de calcul se consideră că excentricitatea $e_0 = \frac{M}{N}$ rămâne constantă, iar sarcina de rupere N_r se obține prin multiplicarea sarcinii de exploatare N cu coeficientul de siguranță c:

$$N_r = cN.$$

Experimental s'au stabilit două cazuri de compresiune excentrică, după natura ruperii.

Cazul 1. Corespunde, de regulă, excentricităților mari, când armătura întinsă nu este exagerat de puternică, încât caracterul ruperii este asemănător celui dela încovoiere (rupere plastică). Ca și la încovoiere, ruperea începe cu zona întinsă, în care fierul ajunge la limita de curgere, fisurile betonului din zona întinsă se lărgesc, iar axa neutră se ridică, rezistențele în betonul comprimat cresc până la R_i și fac ca armătura comprimată (dacă nu este exagerat de puternică) să ajungă la curgere.

Cazul 2. Corespunde, de regulă, excentricităților mici și se aseamănă din punctul de vedere al ruperii, cu cazul compresiunii centrice (rupere casantă).

Scanned with OKEN Scanner

Ruperea începe prin cedarea betonului comprimat care aduce la curgere armătura din zona comprimată (A_f').

Armătura din zona slab solicitată (A_f) poate fi slab întinsă, însă nu ajunge la curgere sau poate fi slab comprimată când axa neutră iese înafara acțiunii. La încovoiere și compresiune excentrică, cazul 1, printr'o alegere convenabilă a secțiunii, putem face ca armătura întinsă A_f să ajungă la curgere. La compresiunea excentrică, cazul 2, ruperea secțiunii, fără ca A_f să ajungă la curgere este inevitabilă.

a) Formulele de calcul pentru cazul 1 (rupere plastică, ca la încovoiere

$$N_r = cN = A_b R_i - (A_f - A_f') \sigma_c \qquad \text{(a se vedea fig. 13 din Instrucțiuni)} \qquad (9)$$

$$M = cN = S_b R_i + A_f' \sigma_c (h_0 - a') \qquad (10)$$

b) Formulele de calcul pentru cazul 2 (rupere casantă, ca la compresiune centrică).

Deoarece nu se cunoaște rezistența în armătura slab solicitată A_f, o ecuație de proiecții nu poate fi scrisă.

Deasemenea, nu se poate scrie nici ecuația de momente în raport cu centrul de greutate al armăturii A_f, deoarece nu se cunoaște poziția axei neutre.

Cazul 2⁰ de compresiune excentrică a putut fi rezolvat numai pe baza unei simple observații experimentale. Incercările făcute la ȚNIPS (Borișanski), cu prisme de beton simplu supuse la compresiune excentrică, au arătat că pentru excentricități mici, care se încadrează în cazul 2, momentul sarcinii de rupere (N_r) în raport cu muchia mai slab solicitată *nu depinde de mărimea excentricității* și este egal cu produsul dintre momentul static al întregii secțiuni în raport cu muchia mai slab solicitată și rezistența prismatică:

$$M_r = cNe = R_{pr} S_0 \qquad (11)$$

Această observație a fost verificată apoi la stâlpi de beton armat comprimați excentric, după cazul 2, cu singura deosebire că momentul static al secțiunii s'a luat neglijând stratul acoperitor a.

Verificarea experimentală s'a mai extins și la secțiunile circulare, inelare și în T, din beton armat sau zidării simple ori complexe.

In felul acesta, unica relație statică pentru cazul 2 se poate scrie, fără a mai fi nevoie să cunoaștem poziția axei neutre, astfel:

$$cNe = R_{pr} S_0 + \sigma_c A_f' (h_0 - a'). \qquad (12)$$

Pentru a avea o continuitate în formulele compresiunii excentrice, delimitarea dintre cele două cazuri se face egalând relațiile (10) și (12) ceeace conduce la condiția:

$$\frac{S_b}{S_0} = 0{,}8 \qquad (13)$$

Astfel, pentru cazul 1, există condiția $S_b \leqslant 0{,}8\ S_0$, iar pentru cazul 2, $S_b > 0{,}8\ S_0$.

Limita inferioară a poziției axei neutre, pentru care formulele (9) și (10) sunt valabile, este dată de condiția (13); pentru limita superioară trebue introdusă o condiție suplimentară care să asigure că armătura comprimată atinge limita de curgere. Această condiție este identică cu cea prevăzută la încovoiere cu armare dublă și poate fi enunțată astfel: dacă în secțiune există armătură comprimată, ea poate fi introdusă în calcul dacă distanța dela centrul

Scanned with OKEN Scanner

de greutate al betonului comprimat până în centrul de greutate al armăturii întinse sau slab solicitate (A_f) nu este mai mare decât $h_0 - a'$

$$x \geqslant 2a' \text{ sau } z < h_0 - a'. \tag{14}$$

Dacă condiţia (14) nu este îndeplinită, nu se poate conta pe toată capacitatea armăturii comprimate, iar momentul de rupere se determină luând momentul forţelor exterioare şi interioare în raport cu centrul de greutate al armăturii comprimate:

$$N_r (e - h_0 + a') = \sigma_c A_f (h - a'). \tag{15}$$

In unele cazuri, deşi excentricitatea este foarte mică şi toată secţiunea este comprimată, totuşi, dacă A'_f este foarte puternică, iar A_f foarte slabă, ruperea poate începe nu cu zona cea mai solicitată, ci cu zona cea mai puţin solicitată (zona lui A_f). O astfel de rupere nu este de dorit deoarece oţelul nu este complect folosit. Orice bară care nu ajunge în stadiul de rupere la limita de curgere nu este raţional folosită. Deaceea trebue să existe un A_f minim pentru a se putea folosi integral şi armătura A'_f.

Considerând cazul limită, când A_f ajunge la curgere şi luând ecuaţia de momente în raport cu A'_f, în care se consideră $S'_0 R_{pr} = \text{const.}$ se obţine:

$$cN (h_0 - a' - e) = cNe' \leqslant S'_0 R_{pr} + A_f \sigma_c (h_0 - a'). \tag{16}$$

Cu ajutorul formulelor şi al condiţiilor limitative (9) — (16) se pot rezolva toate problemele de calcul al elementelor comprimate excentric cu orice excentricitate.

Recapitulând problema compresiunii excentrice după poziţia axei neutre, pot exista următoarele cazuri:

a) Axa neutră cade în zona I: este cazul 1 şi sunt valabile formulele (9) şi (10);

b) Axa neutră cade în zona II: este cazul 1 şi este valabilă formula (15);

c) Axa neutră cade în zona III: este cazul 2, când este valabilă formula (12) şi trebue satisfăcută inegalitatea (16).

Pentru a se rezolva economic armarea secţiunilor comprimate excentric, astfel încât $A_f + A'_f =$ minim, trebue să se mai aplice teorema armării minime formulată în forma cea mai generală, de P. L. Pasternak, în modul următor: « In orice secţiune complexă (beton armat înglobat în zidărie) sau de beton armat, dublu armată şi solicitată la compresiune ori la întindere excentrică sau la încovoiere, minimul de armare dublă se obţine dacă axa neutră se situează la mijlocul distanţei dintre cele două armături A_f şi A'_f (cu condiţia ca ambele armături să ajungă la curgere). Această teoremă generală, aplicată cu unele precizări pentru cazul 1 de compresiune excentrică, conduce la formule simple pentru determinarea armăturilor.

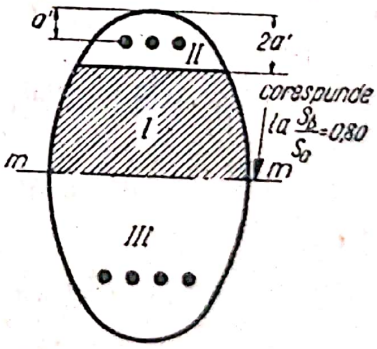


Fig. b

4. **Considerarea flambajului.** Pentru stâlpii de beton armat solicitaţi centric cu $\lambda < 50$ nu se face o verificare la flambaj.

Pentru $\lambda > 50$, flambajul se introduce multiplicând capacitatea portantă cu coeficient de flambaj $\varphi < 1$ (a se vedea tabela 4).

La stâlpii fretaţi cu $\lambda > 50$ nu se introduce în calcul freta, deoarece ea nu măreşte stabilitatea stâlpului şi nu-l ajută la compresiunea excentrică pe care trebue s'o suporte stâlpul, după ce s'a deformat.

Pentru stâlpii comprimați excentric, problema flambajului capătă un aspect special prin faptul că, în stadiul de rupere, excentricitatea inițială a forței crește. Această creștere a excentricității este introdusă în calcul printr'un coeficient supraunitar.

E. Avantajele metodei de calcul la rupere

1. Noua teorie de calcul al betonului armat dă posibilitatea determinării coeficientului de siguranță real al elementului de construcție. In metoda rezistențelor admisibile, coeficientul real de siguranță rămânea necunoscut.

2. Determinarea stării rezistențelor în stadiul de rupere se face cu mai mare exactitate decât în stadiul de exploatare. O bună parte din factorii fizici care dau un aspect mai complex acestei probleme pot fi neglijați în stadiul de rupere, fără a se introduce erori sensibile în formulele de calcul. Astfel, pot fi neglijate eforturile unitare de întindere din beton, contracția, diferența dintre diagrama curbilinie a rezistențelor și diagrama dreptunghiulară etc.

3. Prin faptul că în formulele noii teorii de calcul intervin direct toate caracteristicile fizico-mecanice importante ale betonului și ale oțelului, formulele devin suple în aplicare și rezolvă toate problemele de economie care se pun.

Astfel, în cazul încovoierii simple, formulele de dimensionare ale celor două teorii pot fi puse sub forma:

$$h_0 = \sqrt{\frac{c}{R_i\,\alpha\,(1 - 0{,}50\,\alpha)}} \times \sqrt{\frac{M}{b}} = r_r \sqrt{\frac{M}{b}} \qquad \text{(în metoda la rupere)}$$

și

$$h_0 = \sqrt{\frac{6\,(n+\beta)}{n\,(2\,n+3\,\beta)\,\sigma_b}} \times \sqrt{\frac{M}{b}} = r_c \sqrt{\frac{M}{b}} \qquad \text{(în metoda rezistențelor admisibile)}$$

unde:

$\alpha = \mu \dfrac{\sigma_c}{R_i}$ (caracteristica de armare);

$n = \dfrac{E_a}{E_b}$ (coeficientul de echivalență);

$\beta = \dfrac{\sigma_a}{\sigma_b}$ (raportul dintre rezistențele admisibile).

Deși, aparent, formulele au aceeași structură, coeficienții r_r și r_c ascund în valoarea lor diferența fundamentală de principii între cele două teorii.

In teoria rezistențelor admisibile, pentru σ_b și σ_a dați, există o soluție unică și bine determinată pentru h_0 și A_f, iar coeficientul de siguranță c rămâne necunoscut.

In teoria nouă, pentru un c dat există o infinitate de soluții $\mu\,(A_f)$ și h_0, iar proiectantul își poate alege soluția cea mai economică în funcție de condițiile și prețurile locale.

4. Teoria nouă permite o repartizare rațională a armăturii între zona întinsă și zona comprimată. In teoria veche repartizarea nerațională a armăturii de compresiune constituia unul din defectele esențiale.

Scanned with OKEN Scanner

5. Noua teorie de calcul conduce la economii apreciabile de materiale. Economia oscilează aproximativ între limitele:

— la compresiune centrică	10—15%
— la încovoiere simplă	5—10%
— la încovoiere cu armare dublă	20—40%
— la compresiune excentrică	20—40%

Afară de aceasta, proiectantul care cunoaşte noua teorie de calcul are mereu în faţă fenomenul fizic al ruperii care-l conduce, în general, la soluţionări mai raţionale.

NOTAŢII

a	Distanţa dela centrul de greutate al armăturii întinse până la marginea cea mai apropiată a secţiunii de beton.
a'	Distanţa dela centrul de greutate al armăturii comprimate până la marginea cea mai apropiată a secţiunii de beton.
a_e	Distanţa dintre etrierii grinzilor sau stâlpilor.
b	Latura secţiunii patrate, lăţimea secţiunilor dreptunghiulare sau baza secţiunii dreptunghiulare.
b_0	Lăţimea grinzii triunghiulare în dreptul axului armăturilor întinse.
b_k	Lăţimea sâmburelui de beton al unui element de secţiune dreptunghiulară supus la răsucire sau încovoiere cu răsucire.
b_p	Lăţimea de placă luată în consideraţie la calculul grinzilor cu secţiunea transversală în formă de T.
b_v	Lăţimea vutei plăcilor şi grinzilor măsurată paralel cu axul plăcii sau grinzii.
c	Coeficient de siguranţă aplicat la elemente la care betonul ajunge la limita de rezistenţă prin compresiune sau armătură ajunge la limita de curgere.
c_l	Coeficient de siguranţă aplicat la elemente la care betonul ajunge la limita de rezistenţă prin întindere. (Eforturi unitare principale de întindere).
c_f	Coeficient de siguranţă la fisurare.
d	Diametrul secţiunilor circulare sau ale cercului înscris în secţiunile poligonale.
d_i	Diametrul interior al stâlpilor sau grinzilor cu secţiune inelară.
d_s	Diametrul sâmburelui cercuit (fretat)
e	Distanţa dela punctul de aplicaţie al forţei normale N, la centrul de greutate al armăturii Af.
e'	Distanţa dela punctul de aplicaţie al forţei normale N, la centrul de greutate al armăturii $A'f$.
e_o	Distanţa dela punctul de aplicaţie al forţei normale N, la centrul de greutate al secţiunii de beton.
f	Săgeata unui element de construcţie.
F_{max}	Săgeata maximă a unui element de construcţie.
g	Sarcina permanentă unitară uniform distribuită.
h	Înălţimea totală a unui element de beton armat (placă, grindă, stâlp).
h_k	Înălţimea sâmburelui de beton a unui element de secţiune dreptunghiulară şi supus la răsucire sau încovoiere cu răsucire.
h_0	Înălţimea utilă a secţiunii unui element de beton armat solicitat la încovoiere sau compresiune excentrică ($h_0=h-a$; $h_0=h-a'$)
h_p	Grosimea plăcii la grinzi cu secţiunea transversală în formă de T.
l	Deschiderea de calcul.
l_0	Lumina (distanţa între feţele interioare ale reazemelor).
l_f	Lungimea de flambaj.
l_k	Lungimea panoului marginal al unei plăci armate cruciş, măsurată în lungul marginei planşeului.
l_g	Deschiderea grinzilor sau a plăcilor din axa stâlpilor, respectiv a grinzilor.
m	Coeficient pentru influenţa flexibilităţii la secţiuni supuse la compresiune excentrică.
p	Sarcină utilă unitară, uniform distribuită.
q	Sarcina totală (permanentă + utilă) uniform distribuită ($q = g + p$).
r	Raza

Scanned with OKEN Scanner

s Pasul fretei.

$t°$ Temperatura.

x Distanța dela axa neutră a unei secțiuni până la fibra cea mai comprimată a betonului.

y Distanța dela punctul de aplicație al rezultantei eforturilor de compresiune până la axa neutră.

z Distanța dela rezultanta eforturilor de întindere până la rezultanta eforturilor de compresiune

u Perimetrul unei bare de oțel beton.

A Secțiunea totală a unui element de beton armat.

A_b Secțiunea zonei comprimate a betonului.

A_f Secțiunea armăturii longitudinale:

— In elementele de beton armat, comprimate sau întinse centric: toată armătura secțiunii.

— In elementele încovoiate: armătura întinsă.

— In elementele comprimate excentric: armătura depe latura cea mai depărtată de punctul de aplicație al forței normale.

— In elementele întinse excentric: armătura depe latura cea mai apropiată de punctul de aplicație al forței normale.

A'_f Secțiunea armăturii longitudinale:

— In elementele încovoiate: armătura din zona comprimată.

— In elementele comprimate excentric: armătura depe latura cea mai apropiată de punctul de aplicație al forței normale.

— In elementele întinse excentric: armătura depe latura cea mai depărtată de punctul de aplicație al forței normale.

A_e Secțiunea unei bare a armăturii folosite la etrieri.

A_{fs} Secțiunea convențională a fretei.

A_s Secțiunea unei bare a armăturii folosită la fretă.

A_p Secțiunea armăturii rigide (profile laminate).

A_{bs} Secțiunea sâmburelui de beton la stâlpi cercuiți.

A_{str} Suprafața elementului de reazem prin care se transmite o sarcină locală unui alt element de secțiune mai mare.

A_{fi} Secțiunea barelor ridicate.

A_{fl} Secțiunea armăturii longitudinale suplimentare necesară pentru preluarea eforturilor din torsiune, contracție etc.

A_{fr} Secțiunea armăturii sub formă de spirală (fretă) necesară pentru preluarea eforturilor din torsiune.

B Marca betonului.

E Modulul de elasticitate (longitudinal).

E_b Modulul de elasticitate al betonului la compresiune.

E'_b Modulul de elasticitate al betonului la întindere.

E_a Modulul de elasticitate al armăturii.

F Forța.

G Modulul de elasticitate (transversal).

I Moment de inerție.

L Lucrul mecanic.

M Moment încovoietor.

M_{red} Moment încovoietor redus la marginea reazemului.

M_f Moment încovoietor la fisurare.

M_r Moment încovoietor la rupere.

M_t Moment de răsucire (torsiune).

N Forța normală.

N_f Forța normală de fisurare.

N_r Forța normală de rupere.

Q_g Efort rezultat din sarcina permanentă.

Q_u Efort rezultat din sarcina utilă.

R Rezistența la rupere.

R_{28} Rezistența de rupere a betonului pe cubul de 20 cm latură, la 28 zile dela turnare.

Scanned with OKEN Scanner

R_i Rezistența convențională de rupere a betonului la compresiune din încovoiere.

R_{pr} Rezistența prismatică.

R_t Rezistența de rupere a betonului la întindere.

R_f Rezistența de rupere a betonului la forfecare.

S Moment static.

S_0 Momentul static al întregii secțiuni utile de beton (bh_0) în raport cu centrul de greutate al armăturii A_f.

S' Momentul static al întregii secțiuni utile de beton în raport cu centrul de greutate al armăturii A'_f.

S_b Momentul static al zonei comprimate de beton în raport cu armătura A_f.

T Forța tăietoare.

U_k Perimetrul sâmburelui de beton al unui element de secțiune dreptunghiulară supus la răsucire sau la încovoiere cu răsucire.

V Reacțiunea verticală.

$\alpha = \frac{\sigma_c}{R_i}$ Caracteristica de armare.

α Coeficient de dilatație termică liniară.

δ Grosimea peretelui unei secțiuni inelare.

ε_t Deformația specifică limită a betonului la întindere.

φ Coeficient de flambaj.

Φ Diametrul armăturilor.

ψ Coeficient pentru stabilirea lungimii de flambaj a elementelor supuse la compresiune, în funcție de modul de fixare la capete (încastrare, articulație, reazem liber).

λ Coeficient de subțirime pentru secțiuni de orice formă (raportul dintre lungimea de flambaj l_f, și raza de giratie i a secțiunii).

$\omega = \frac{1}{\varphi}$ Multiplicator de flambaj.

μ, μ', μ_s, μ_p Coeficienți de armare.

$$\mu = \frac{A_f}{bh_0} \text{ sau } \mu = \frac{A_f}{A_{bs}}$$

$$\mu' = \frac{A'_f}{bh_0} \quad \mu_s = \frac{A_{fs}}{A_{bs}} \quad \mu_p = \frac{A_p}{A_b}$$

$\mu^0/_0, \mu'^0/_0, \mu_s{}^0/_0, \mu_p{}^0/_0$ Procente de armare ($\mu^0/_0 = 100\ \mu$).

σ Efort unitar normal.

σ_a Rezistența admisibilă a armăturilor.

σ_b Efort unitar de compresiune în beton.

σ'_b Efort unitar de întindere în beton.

σ_c Limita de curgere de calcul a oțelului beton.

σ_{ci} Efort unitar de compresiune din încovoiere.

σ_{ti} Efort unitar de întindere din încovoiere.

σ_f Efort unitar în armătura A_f.

σ'_f Efort unitar în armătura A'_f.

σ_1, σ_2 Efort unitar principal de întindere, respectiv compresiune în beton.

σ_{etr} Efortul unitar principal de întindere luat de etrieri.

σ_i Efortul unitar principal de întindere luat de barele înclinate.

σ_l Efortul unitar principal de întindere luat de barele longitudinale (drepte).

τ Efort unitar tangențial.

τ_d Efortul unitar de aderență între armătură și beton.

Scanned with OKEN Scanner

I. ELEMENTE FUNDAMENTALE DE CALCUL

A. Caracteristicile de calcul ale materialelor

1 (5). Se stabilesc următoarele mărci pentru betoanele folosite la beton armat: **B 90, B 110, B 140, B 170, B 200, B 250, B 300, B 400, B 500 şi B 600.**

Pentru calculul elementelor de construcţie de beton armat, rezistenţele de calcul ale betoanelor, în funcţie de marcă, se iau din tabela 1.

Tabela 1

Rezistenţele de calcul ale betoanelor
(în kg/cm²)

NATURA SOLICITĂRII	Marca betonului									
	90	110	140	170	200	250	300	400	500	600
Compresiune axială (rezistenţa prismatică R_{pr}	72	88	108	125	145	175	200	260	310	350
Intindere axială sau rezistenţă principală de întindere R_t	10	11	13	15	17	20	23	27	31	35
Compresiune din încovoiere R_i	90	110	135	155	180	220	250	325	390	440

Observaţii. Valorile din tabela 1 se micşorează cu 25% pentru betoanele realizate din ciment portland supuse la acţiunea îndelungată a unor temperaturi cuprinse între 100 şi 250 °C.

Dacă temperaturile depăşesc 250°C, alegerea rezistenţelor de calcul se va face după criterii speciale.

2 (6). Pentru construcţiile executate cu profile laminate (armătură rigidă) construcţiile supuse acţiunii sarcinilor dinamice alternante, cum sunt: buncărele, grinzile podurilor rulante, pereţii silozurilor, cum şi pentru elementele prefabricate din betoane obişnuite, se vor folosi betoane cu marca de cel puţin 140.

3 (7). Limita de curgere a oţelurilor se ia în calcul astfel:

a) Pentru armăturile supuse la întindere şi la compresiune, realizate din oţel OL00 şi OLX00, 2500 kg/cm².

b) Pentru armăturile supuse la întindere şi la compresiune, realizate din oţel OL38, 2850 kg/cm² în următoarele cazuri:

— în toate construcţiile realizate din beton marca 170 sau mai mare;

— în elementele de construcţie comprimate centric sau excentric, conform cazului 2 (pct. 74 din STAS 1546-50) realizate din beton marca 140 sau mai mare;

Scanned with OKEN Scanner

— în toate construcțiile realizate din beton marca 110 sau mai mare, când diametrul barelor nu depășește 12 mm, iar în schelete sudate, când diametrul barelor nu depășește 25 mm.

Observație. Pentru cazurile neprevăzute la punctul 7 b din STAS 1546-50, limita de curgere pentru oțelul OL38 se ia în calcule 2500 kg/cm² ori decâteori se folosesc oțeluri a căror calitate nu a fost îmbunătățită pe cale mecanică.

c) Pentru armăturile supuse la întindere și la compresiune, realizate din oțel OL50, cu condiția ca betonul întrebuințat să aibă marca cel puțin 170 și diametrul armăturilor să fie mai mic sau cel mult egal cu 20 mm, 3200 kg/cm².

Observație. În cazul folosirii betonului cu marca 200 sau mai mare, diametrul armăturilor trebue să fie cel mult 22 mm.

d) Pentru armăturile supuse la întindere și la compresiune, realizate din oțel OLX52, — 3500 kg/cm², cu îndeplinirea următoarelor condiții:

— betonul întrebuințat să aibă marca cel puțin 200;

— diametrul armăturilor întrebuințate să fie mai mic decât 20 mm;

— problema fisurării betonului și a adeziunii armăturilor să fie rezolvată pe bază de studii speciale;

— calculul și execuția să fie deosebit de îngrijite.

e) Pentru oțeluri la care calitățile au fost îmbunătățite prin prelucrări mecanice sau pentru bare speciale (cu renuri, ovale, torsionate etc.), limitele de curgere se vor indica prin instrucțiuni speciale.

4 (10). Pentru armăturile supuse în timpul exploatării construcției la temperaturi mai mari decât 300°C, limita de curgere pentru calcul se micșorează, prin multiplicare, cu un coeficient egal cu

$$\frac{700-t}{400},$$

unde t este temperatura, în grade Celsius, la care ajunge armătura din elementul de beton armat.

5 (8). Când se folosesc betoane de marca 90, limita de curgere pentru calcul a armăturii, indiferent de marca oțelului și de tipul armăturii, se va lua cel mult 2500 kg/cm².

6 (9). Oțelurile neidentificate, adică acelea pentru care nu există un certificat de calitate, pot fi folosite în construcțiile de beton armat drept oțel OL00, dacă prin încercări se stabilește că proprietățile lor mecanice nu sunt inferioare acestuia.

B. Coeficienții de siguranță

7 (15). Coeficienții de siguranță se vor lua în calcule din tabela 2, în funcție de raportul dintre Q_u — efortul datorit sarcinilor utile și Q_g — efortul datorit sarcinilor permanente. Coeficienții de siguranță reduși, indicați în aceeași tabelă, în paranteză, se vor aplica la elementele de beton armat cu armătură rigidă, solicitate la compresiune centrică sau excentrică în cazul 2, când coeficientul de armare $\mu \geqslant 0{,}05$.

8 (16). Verificarea secțiunilor elementelor prefabricate la solicitările care iau naștere prin transport, manevrare și montare se va face pentru următorii coeficienți de siguranță:

Pentru eforturi unitare normale $c = 1{,}5$

Pentru eforturi unitare principale $c_1 = 1{,}8$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

Coeficienţii de siguranţă

Combinarea sarcinilor	Raportul $\frac{Q_u}{Q_g}$	Cauzele ruperii		
		Betonul ajunge la limita de rezistenţă prin compresiune, sau armătura ajunge la limita de curgere		Betonul ajunge la limita de rezistenţă prin întindere (eforturi unitare principale de întindere)
		In stâlpi, reazeme şi arce	In restul elementului de construcţie	
		c		c_1
a) Sarcini fundamentale	până la 2 peste 2	2 (1,85) 2,2 (2,0)	1,8 2,0	2,2 2,4
b) Sarcini fundamentale plus sarcini accidentale	până la 2 peste 2	1,8 2,0	1,6 1,8	2,0 2,2
c) Sarcinile dela aliniatul *b*, inclusiv sarcini extraordinare	pentru ori ce raport	1,6	1,5	1,8

Observaţii. Coeficienţii de siguranţă din tabela 2 se sporesc cu 25% pentru elementele comprimate centric, cu secţiunea mai mică decât 30/30 cm, cum şi pentru cele comprimate excentric, la care latura mare a secţiunii este sub 30 cm.

— Pentru construcţiile sau pentru elementele de construcţie prefabricate, executate în fabrică, la care verificarea rezistenţelor se face prin probe luate din fiecare lot, toţi coeficienţii de siguranţă pentru sarcinile fundamentale (pct. a) şi sarcinile fundamentale plus sarcinile accidentale (pct. b), se micşorează cu 0,2. Nu se vor coborî, totuşi, sub 1,5.

— Părţile din construcţiile prefabricate, betonate pe şantier, cum şi secţiunile betonate în zonele de înnădire, se vor calcula fără a se micşora coeficientul de siguranţă.

— Clasificarea încărcărilor se face conform STAS 503—49.

— Eforturile din greutatea şi presiunea lichidelor se includ în Q_g, chiar dacă acţionează temporar.

— Pentru elementele solicitate la compresiune excentrică, raportul Q_u/Q_g, se va calcula cu momentele de încărcare utilă şi din cea permanentă.

— Pentru un anumit element de construcţie (placă, riglă, grindă, stâlp), coeficientul de siguranţă se ia unul şi acelaş şi anume cel care corespunde celui mai mare raport Q_u/Q_g în secţiunile fundamentale de calcul ale elementului.

— Coeficientul de siguranţă din coloana «In stâlpi, reazeme şi arce» se va aplica la elementele de construcţie care lucrează în primul rând la compresiune. Pentru cuşineţii stâlpilor, tălpi continue de fundaţii, radiere etc., coeficienţii de siguranţă se vor lua din coloana «In restul elementelor de construcţie».

In cazul elementelor prefabricate trebue să se ţină seamă de prevederile punctului 93 din STAS 1546-50.

C. Armătura minimă în elementele construcţiilor de beton armat

9 (24). Pentru elementele încovoiate sau pentru elementele comprimate şi întinse excentric, calculate în ipoteza că, la ruperea elementului, armătura ajunge la limita de curgere, secţiunea minimă a armăturii întinse, exprimată în procente din secţiunea utilă a betonului, se va lua din tabela 3.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 3

Secțiunea armăturii minime în % din secțiunea utilă a betonului

Limita de curgere a armăturii, în kg/cm²	Marca betonului			
	90	170	250	500
	110		300	
	140	200	400	600
$\sigma_c \leqslant 3000$	0,20	0,30	0,40	0,50
$\sigma_c > 3000$	0,15	0,20	0,30	0,40

Pentru elementele comprimate centric sau excentric, în cazul 2, secțiunea armăturii longitudinale se va lua cel puțin 0,5% din secțiunea utilă a betonului, pentru orice marcă.

In cazul grinzilor în T, procentele de armare indicate se referă la secțiunea calculată ca produs al lățimii inimii (b) cu înălțimea utilă (h_0) a grinzii.

10 (32). Stratul de acoperire al armăturilor se stabilește astfel:

a) pentru plăci, membrane și pereți până la 10 cm grosime, 1,0 cm;

b) pentru plăci, membrane și pereți peste 10 cm grosime, 1,5 cm;

c) pentru grinzișoarele planșeelor cu nervuri dese, 1,5 cm;

d) pentru grinzi și stâlpi, 2,5 cm;

e) pentru armătura inferioară a fundațiilor, cu strat de egalizare și pentru grinzi de fundație, 3,5 cm;

f) pentru armătura inferioară a fundațiilor, fără strat de egalizare, 7,0 cm.

Acoperirea etrierilor se va face cu minimum 1,5 cm. Pentru elementele secțiunilor inelare (tubulare) stratul de acoperire al armăturii longitudinale se va lua același pentru ambele fețe (interioare și exterioare).

Când betonul este atacat în permanență de fum, vapori, acizi, umiditate intensă etc. cum și în cazul când construcțiile necesită măsuri speciale contra incendiilor, grosimile indicate mai sus vor fi majorate cu cel puțin 1 cm.

11 (33). Lumina între barele armăturii longitudinale de rezistență din elemente orizontale sau înclinate se va lua cel puțin cât diametrul barelor și minimum 2,5 cm pentru armătura inferioară și 3,0 cm pentru cea superioară.

Când armătura inferioară este dispusă pe mai mult de două rânduri, lumina între bare (afară de ultimele două rânduri de jos) se dublează.

La stâlpi, lumina dintre barele longitudinale se va lua de cel puțin 5 cm.

La prefabricate, lumina dintre bare poate fi redusă până la 1,5 cm.

II. ELEMENTE COMPRIMATE CENTRIC

A. Elemente armate cu bare longitudinale flexibile și cu etrieri

12 (38). Calculul elementelor comprimate centric, armate cu bare longitudinale și cu etrieri (fig. 1), la care procentul de armare longitudinal este mai mic sau egal cu 3%, se va face cu formula (1):

$$cN = \varphi (R_{pr} \cdot A_b + \sigma_c \cdot A_f). \qquad (1)$$

Scanned with OKEN Scanner

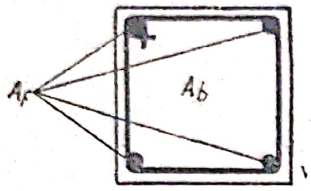
Se recomandă ca elementele comprimate centric să se calculeze folosind tabela 12 din Anexa 2.

13. Calculul elementelor comprimate centric, la care procentul de armare longitudinal este mai mare decât 3%, se va face prin formula (1')

$$cN = \varphi\,[R_{pr}A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,A_f]. \qquad (1')$$

14 (44). La realizarea stâlpilor comprimaţi centric şi armaţi cu armătură elastică şi cu etrieri se vor respecta următoarele condiţii:

a) Secţiunea armăturii longitudinale trebue să fie cel puţin 0,5% şi cel mult 3% din secţiunea utilă a betonului. In cazul când secţiunile de beton sunt limitate din motive constructive, se recomandă utilizarea betoanelor de mărci superioare.



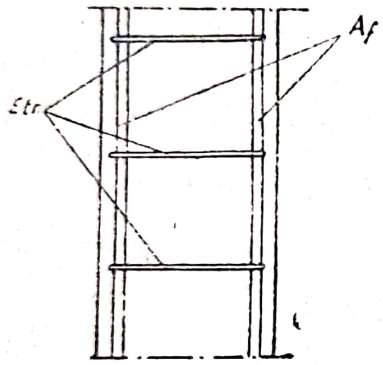


Fig. 1

b) Dacă secţiunea armăturii longitudinale depăşeşte 3%, etrierii obişnuiţi se vor înlocui prin etrieri sudaţi sau prin fretă. In aceste cazuri, distanţa dintre etrieri, respectiv pasul fretei, nu va depăşi de 10 ori diametrul armăturii longitudinale.

c) Diametrul barelor longitudinale se va lua de cel puţin 12 mm şi, de regulă, mai mic decât 40 mm. In cazuri izolate, la stâlpi excepţional de puternici, se pot utiliza bare cu diametrul până la 50 mm.

Când dimensiunea mică a stâlpului $b > 25$ cm, se recomandă ca diametrul barelor longitudinale să fie de minimum 16 mm.

d) Distanţa dintre etrieri se va lua mai mică decât:

— de 15 ori diametrul barelor longitudinale (de rezistenţă),

— dimensiunea mică a secţiunii,

— 40 cm.

e) Pe porţiunile unde barele de rezistenţă se înnădesc, prin suprapunere fără sudură, etrierii se vor aşeza la distanţe de cel mult 10 diametri din cea mai subţire bară de rezistenţă din stâlp.

f) Etrierii vor avea diametrul de cel puţin 0,25 din diametrul barelor de rezistenţă; diametrul etrierilor confecţionaţi din sârmă trasă la rece poate fi redus cu 15%, dacă este respectată condiţia distanţei limită dintre etrieri.

Diametrul minim al etrierilor se va lua de 6 mm iar al etrierilor de sârmă trasă la rece, de 5 mm.

In funcţie de forma secţiunii stâlpului şi de numărul barelor longitudinale, se vor dispune etrieri simpli şi etrieri suplimentari (pentru prinderea barelor intermediare).

Etrierii vor fi astfel conformaţi, încât barele longitudinale să fie amplasate din două în două, în punctele de îndoire ale etrierilor simpli sau intermediari.

Pentru stâlpi care au cel mult câte 4 bare pe latură şi dimensiunile secţiunii $b \leqslant 35$ cm, $h \leqslant 45$ cm, se admit, în mod excepţional, etrieri simpli.

B. Elemente cu armătură rigidă (profile laminate) sau cu armături combinate

15 (39). Calculul elementelor comprimate axial, cu armătură rigidă sau combinată (rigidă A_p şi bare longitudinale obişnuite A_f) se va face astfel:

Scanned with OKEN Scanner

a) când procentul total [1]) de armare longitudinală nu depășește 3%, cu formula (1'')

$$cN = \varphi [R_{pr} A_b + \sigma_c (A_p + A_f)] \qquad (1'')$$

b) când procentul total [1]) de armare longitudinală depășește 3%, cu formula (2)

$$cN = \varphi [R_{pr} A_b + (\sigma_c - R_{pr}) (A_p + A_f)] \qquad (2)$$

16 (46). La realizarea stâlpilor armați cu armătură rigidă se vor respecta următoarele condiții:

a) Secțiunea totală a armăturii (bare rotunde și profil metalic) nu va depăși 15% din secțiunea betonului.

b) Secțiunea armăturii rigide se va lua cea minimă, corespunzătoare solicitărilor pe care le suportă stâlpul înainte de întărirea betonului [2]).

c) Stâlpii se armează cu etrieri dispuși pe armătura elastică suplimentară sau pe bare de montaj cu diametrul minim de 12 mm. Distanța dintre etrieri nu va depăși 25 cm și nici de 15 ori diametrul barelor longitudinale.

d) Distanța dela inima sau talpa armăturii rigide până la laturile paralele ale stâlpului se va lua de cel puțin 5 cm, iar distanța dela marginea tălpii până la marginea secțiunii de beton se va lua cel puțin cât stratul de acoperire prescris la punctul 32 din STAS 1546-50.

e) Când secțiunea armăturii este realizată din două profile, solidarizarea se va face prin plăcuțe sau printr'o rețea de bare rotunde, sudate. Se interzice folosirea rețelelor de solidarizare de oțel cornier; deasemenea și a diafragmelor orizontale.

C. Considerarea flambajului

17 (40). *Coeficientul de flambaj* φ se va lua din tabela 4.

Tabela 4

Coeficienți de flambaj φ

$\frac{l_f}{b}$	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\frac{l_f}{d}$	12,1	13,9	15,6	17,3	19,1	20,8	22,5	24,3	26,0
$\frac{l_f}{i}$	50	55,4	62,2	69,0	76,0	83,0	90,0	97,0	104,0
φ	1	0,88	0,80	0,73	0,67	0,62	0,57	0,53	0,50

18 (41). Lungimea de calcul pentru flambaj a elementelor comprimate l_f se obține prin multiplicarea lungimii lor reale cu coeficientul ψ care depinde de gradul de încastrare și de fixitatea capetelor.

---

[1]) Se referă la $(A_p + A_f)$.

[2]) Pentru economisirea metalului, secțiunea armăturii rigide trebue aleasă cea mai mică posibilă corespunzătoare eforturilor care iau naștere când aceasta lucrează ca o construcție metalică (greutatea proprie a construcției metalice, a cofrajelor suspendate, a betonului proaspăt, a schelelor suplimentare, a macaralelor și a materialelor de montaj și sarcina din vânt).

Scanned with OKEN Scanner

Dacă este justificată considerarea prinderilor dela capetele elementelor drepte ca încastrări perfecte sau ca articulaţii fixe, se pot lua pentru ψ, dela caz la caz, următoarele valori:

a) Incastrare perfectă la ambele capete..... $\psi = 0{,}5$
b) Incastrare perfectă la un capăt şi articulaţie fixă la celălalt.. $\psi = 0{,}7$
c) Articulaţii fixe la ambele capete ..... $\psi = 1{,}0$
d) Un capăt încastrat perfect, iar celălalt liber..... $\psi = 2{,}0$
e) Pentru celelalte cazuri, valoarea lui ψ se va lua în funcţie de prinderea reală a capetelor.

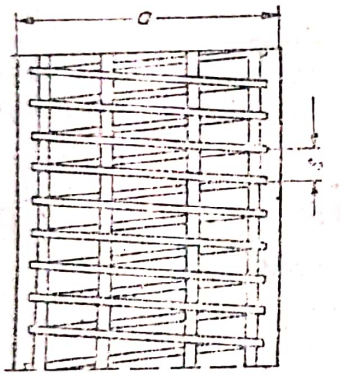
Nu se recomandă folosirea stâlpilor cu raportul

$$\frac{l_f}{d} > 20 \text{ sau } \frac{l_f}{b} > 25.$$

D. Elemente fretate

19 (42). Calculul stâlpilor fretaţi, cu spirală sau cu inele sudate (fig. 2), solicitaţi la compresiune centrică şi având raportul $\frac{l_f}{d} \leqslant 12$ se va face cu formula (3) pentru stâlpii armaţi cu bare longitudinale flexibile,

$$cN = R_{pr} \cdot A_{bs} + \sigma_c \cdot A_f + 2{,}5\,\sigma_c \cdot A_{fs} \quad (3)$$



şi cu formula (3') pentru stâlpii armaţi cu profile laminate sau cu armături combinate (profile laminate şi armături flexibile)

$$cN = R_{pr}\,A_{bs} + \sigma_c\,(A_f + A_p) + 2{,}5\,\sigma_c\,A_{fs} \quad (3')$$

în care secţiunea convenţională a fretei A_{fs} se calculează astfel:

$$A_{fs} = \frac{\pi d_s\,A_s}{s}$$

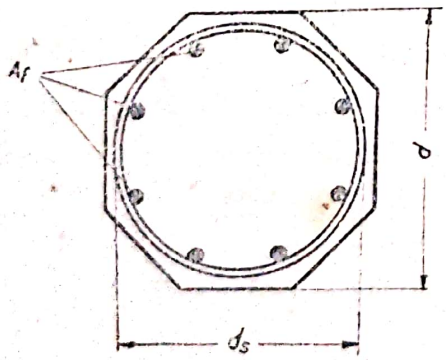


Fig. 2

unde

d_s — diametrul sâmburelui de beton (cuprins în fretă);

A_s — secţiunea transversală a fretei;

s — pasul fretei.

Când $\frac{l_f}{d} > 12$, influenţa favorabilă a fretei nu se ia în consideraţie, iar calculul se face ca pentru stâlpi obişnuiţi, armaţi cu etrieri şi anume:

— în cazul procentului de armare mai mic sau egal cu 3%

$cN = R_{pr}\,A_b + \sigma_c\,A_f$ pentru stâlpi cu armături flexibile,

$cN = R_{pr}\,A_b + \sigma_c\,(A_p + A_f)$ pentru stâlpi cu armături rigide şi armături flexibile.

— în cazul procentului de armare mai mare ca 3%,

$cN = R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,A_f$ pentru stâlpi cu armături flexibile,

$cN = R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,(A_p + A_f)$ pentru stâlpi cu armături rigide şi armături flexibile.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aceeași secțiune de beton și pentru aceeași secțiune de armătură longitudinală, sarcina admisibilă pe stâlpul fretat nu trebue să depășească sarcina, pe stâlpul considerat cu etrieri obișnuiți, cu mai mult decât 50% și anume:

— în cazul procentului de armare mai mic sau egal cu 3%,

$cN \leqslant 1{,}5\,(R_{pr}\,A_b + \sigma_c\,A_f)$ pentru stâlpi cu armături flexibile și

$cN \leqslant 1{,}5\,[R_{pr}\,A_b + \sigma_c\,(A_p + A_f)]$ pentru stâlpi cu armături rigide și armături flexibile.

— în cazul procentului de armare mai mare cu 3%,

$cN \leqslant 1{,}5\,[R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,A_f]$ pentru stâlpi cu armături flexibile și

$cN \leqslant 1{,}5\,R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,(A_p + A_f)$ pentru stâlpi cu armături rigide și armături flexibile,

Dacă în cazul existenței spiralei, efortul admisibil de calcul pentru stâlp este mai mic decât pentru acelaș stâlp fără spirală, calculul se va face ca pentru stâlpii obișnuiți, armați cu etrieri.

20 (45). La realizarea stâlpilor fretați se vor respecta următoarele condiții:

a) pasul fretei (spiralei) se va lua cel mult o cincime din diametrul sâmburelui de beton și cel mult 8 cm;

b) secțiunea armăturii longitudinale de rezistență se va lua cel puțin 0,5% din secțiunea sâmburelui de beton;

c) secțiunea convențională a fretei (când se introduce efectiv în calcul) e va lua de cel puțin 25% din secțiunea armăturii longitudinale.

E. Compresiune locală

21 (43). Calculul la strivire (compresiune locală) a elementelor de rezemare la nervuri, grinzi, ferme etc., se va face cu formula (4)

$$cN = R_{pr} \cdot A_{str}\,K, \tag{4}$$

unde

$$K = \sqrt[3]{\frac{A}{A_{str}}} \leqslant 1{,}5;$$

A — suprafața elementului pe care se transmite sarcina;

A_{str} — suprafața elementului de reazem prin care se transmite sarcina.

Când centrul de greutate al elementului de reazem (A_{str}) nu coincide cu centrul de greutate al întregii suprafețe (A), în calcule se va lua numai acea porțiune din A care rămâne simetrică în raport cu centrul de greutate al suprafeței încărcate (A_{str}).

III. ELEMENTE INTINSE CENTRIC

22 (47). Calculul elementelor solicitate la întindere centrică se va face cu formula

$$cN = \sigma_c \cdot A_f\,. \tag{5}$$

23 (48). Pereții rezervoarelor, ai conductelor, cum și ai altor elemente cărora li se cere impermeabilitate, se verifică suplimentar cu formula (6)

$$c_f \cdot N = R_t \cdot A_b + 200\,A_f\,. \tag{6}$$

Scanned with OKEN Scanner

Coeficientul de siguranţă la fisurare (c_f), pentru presiuni care nu depăşesc o atmosferă, se ia egal cu 1,3, iar pentru presiuni mai mari, valoarea coeficientului c_f se prescrie în mod special.

Observaţie. Toate cantităţile din formula (6) se iau în kg şi cm.

24. In elementele întinse centric, dacă procentele de armare nu depăşesc valorile care se determină prin formula (7), prescripţiile pentru impermeabilitate sunt satisfăcute şi nu trebue să se mai facă verificarea prin formula (6).

$$\mu\% = \frac{cR_t \cdot 100}{c_f \sigma_c - 200c}. \qquad (7)$$

Pentru ca betonul şi armătura să fie folosite la maximum se recomandă ca procentul de armare să se stabilească prin formula (7).

In tabela 5 se dau valorile procentelor de armare calculate prin formula (7) pentru betoane de marca 110, 140, 170, 200 şi pentru un oţel cu limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm² şi un coeficient de siguranţă la fisurare $c_f = 1{,}3$.

Tabela 5

Valorile procentelor de armare $\mu\% = \frac{cR_t \cdot 100}{c_f \sigma_c - 200c}$

pentru $c_f = 1{,}3$ şi $\sigma_c = 2500$ kg/cm²

c	Mărcile de beton			
	110	140	170	200
$c = 2{,}0$	0,77	0,91	1,05	1,20
$c = 1{,}8$	0,69	0,81	0,93	1,06
$c = 1{,}6$	0,60	0,71	0,82	0,93

IV. ELEMENTE INCOVOIATE

A. Elemente cu secţiuni simetrice [1]) de orice formă, simplu armate

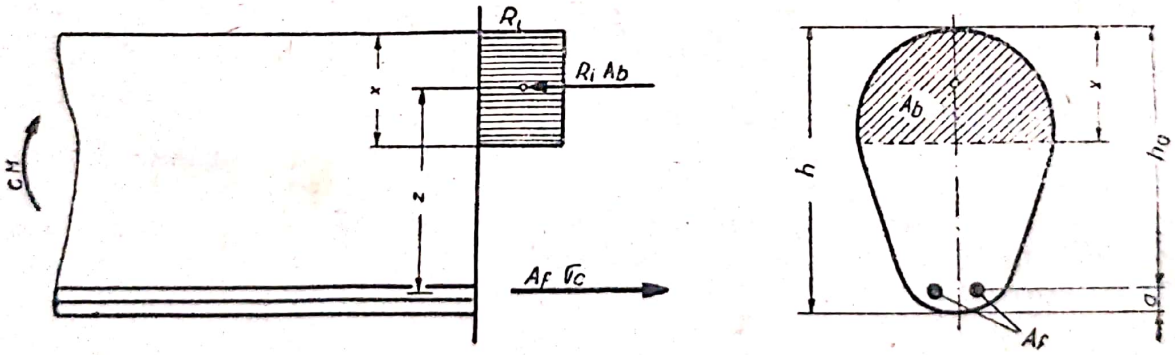


Fig. 3

25 (49). Calculul elementelor încovoiate, cu secţiuni simetrice de orice formă, simplu armate, se va face cu formulele (8) şi (9) (fig. 3).

$$cM = R_i S_b, \qquad (8)$$

$$A_f \sigma_c = R_i \cdot A_b. \qquad (9)$$

[1]) Se va înţelege peste tot, simetria în raport cu axa paralelă cu înălţimea secţiunii, h.

Scanned with OKEN Scanner

26 (50). Secțiunea minimă a armăturii întinse, exprimată în procente din secțiunea utilă a betonului, se va lua din tabela 3.

Secțiunea zonei comprimate a betonului trebue să satisfacă condiția (10).

$$S_b \leqslant 0{,}75\, S_0. \tag{10}$$

Placa secțiunilor în T, situată în zona întinsă, nu se va introduce în calcule.

B. Elemente cu secțiuni simetrice, de orice formă, dublu armate

27 (54). Calculul elementelor încovoiate, cu secțiunile simetrice de orice

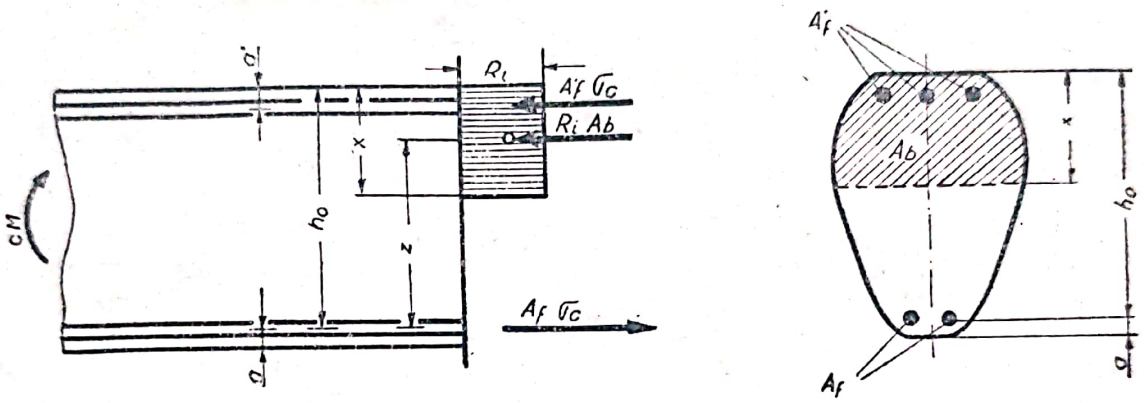


Fig. 4

formă, dublu armate, se va face cu formulele (11) și (12) (fig. 4).

$$cM = R_i\, S\ + A'_f\, \sigma_c\, (h_0 - a'), \tag{11}$$

$$(A_f - A'_f)\, \sigma_c = R_i\, A_b. \tag{12}$$

Secțiunile dublu armate trebue să satisfacă deasemenea condițiile (13) — (15)

$$S_b \leqslant 0{,}75\, S_0, \tag{13}$$

$$z \leqslant h_0 - a', \tag{14}$$

$$cM \leqslant R_i S_0. \tag{15}$$

C. Elemente cu secțiune dreptunghiulară simplu armate

28 (51). Calculul elementelor încovoiate, cu secțiune dreptunghiulară, simplu armate, se va face cu formulele (16) și (17) (fig. 5).

$$cM = R\ b\ x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right), \tag{16}$$

$$A_f \sigma_c = R_i \cdot b \cdot x. \tag{17}$$

Condiția (10) devine

$$x \leqslant 0{,}5\ h_0. \tag{18}$$

Scanned with OKEN Scanner

In acest caz, cantitatea maximă de armătură întinsă va satisface condiția (19)

$$\mu \leqslant 0{,}5 \frac{R_i}{\sigma_c}. \tag{19}$$

29. Pentru calculul elementelor cu secțiune dreptunghiulară, simplu armate, solicitate la încovoiere, se recomandă folosirea formulelor (20)—(22) și a tabelelor 14—17 din Anexa 2:

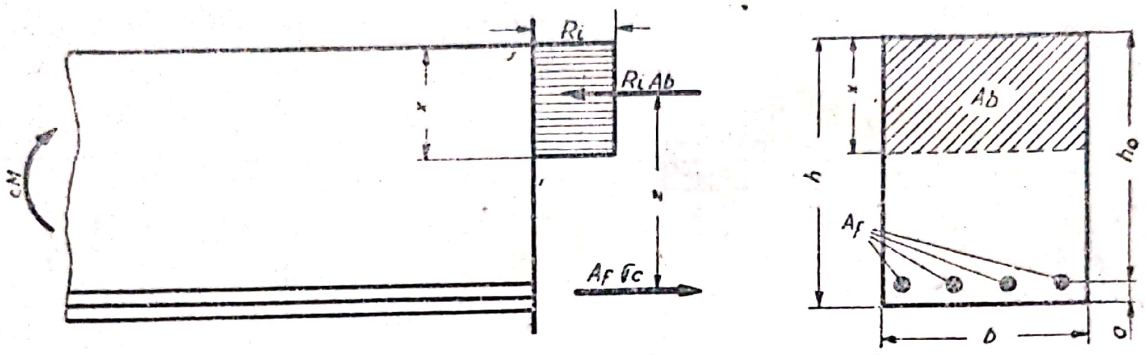


Fig. 5

$$h_0 = \frac{1}{\sqrt{\frac{x}{h_0}\left(1-0{,}5\frac{x}{h_0}\right)R_i}} \cdot \sqrt{\frac{cM}{b}} = r\sqrt{\frac{cM}{b}}, \tag{20}$$

unde

$$\frac{x}{h_o} = \frac{A_f \sigma_c}{bh_0 R_i} = \mu \frac{\sigma_c}{R_i}; \tag{20 a}$$

$$cM = Bb \cdot h_0^2, \tag{21}$$

unde

$$B = \frac{x}{h_o}\left(1 - 0{,}5\frac{x}{h_0}\right) R_i \tag{21 a}$$

$$A_f = \frac{cM}{\gamma h_0 \sigma_c} \tag{22}$$

unde

$$\gamma = 0{,}5\left(1 + \sqrt{1 - 2\frac{cM}{bh_0^2 R_i}}\right) \tag{22 a}$$

30. Procentele maxime de armare pentru elementele încovoiate, simplu armate, care corespund condiției (19), sunt date în tabela 6.

31. La procente de armare care depășesc valorile din tabela 6, pentru elemente cu secțiune dreptunghiulară, simplu armate, secțiunea de armătură întinsă nu se poate considera în întregime în calcul, iar capacitatea portantă a elementului, independent de procentul de armare, se determină cu formula:

$$cM = 0{,}375\ b\, h_0^2\, Ri. \tag{23}$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 6

Procentele de armare pentru elementele încovoiate, cu secțiuni dreptunghiulare, simplu armate, care corespund condiției (19) $\mu = 0{,}5\,\frac{R_i}{\sigma_c}$

Limita de curgere a armăturii, în kg/cm²	Marca betonului								
	90	110	140	170	200	250	300	400	500
2500	1,80	2,20	2,70	3,10	3,60	4,40	5,00	6,50	7,80
2850	—	1,93	2,36	2,72	3,15	3,86	4,38	5,70	6,84
3200	—	1,72	2,11	2,42	2,81	3,44	3,90	5,08	6,10
3500	—	1,57	1,93	2,22	2,57	3,15	3,57	4,68	5,58

D. Elemente cu secțiuni dreptunghiulare, dublu armate

32 (55). Calculul secțiunilor dreptunghiulare, dublu armate, se va face cu formulele (24) și (25), (fig. 6).

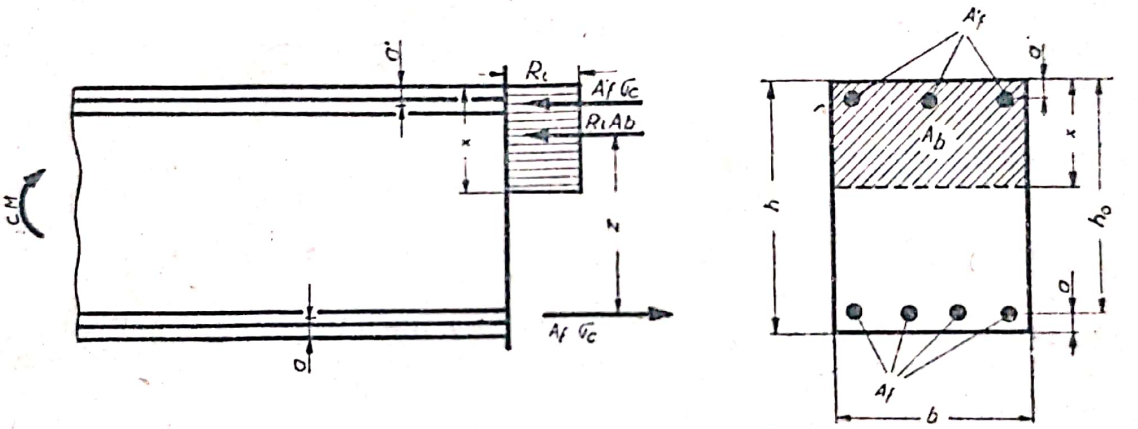


Fig. 6

$$cM = R_i\, bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + A'_f \cdot \sigma_c\,(h_0 - a')\,, \tag{24}$$

$$(A_f - A'_f)\,\sigma_c = R_i\, bx\,. \tag{25}$$

In acest caz, secțiunea trebue să mai satisfacă și condițiile (26)—(28)

$$x \leqslant 0{,}5\, h_0\,, \tag{26}$$

$$x \geqslant 2\, a'\,, \tag{27}$$

$$cM \leqslant 0{,}5\, bh_0^2\, R_i. \tag{28}$$

33. Fiind date: secțiunea betonului, secțiunea armăturii comprimate și a celei întinse, cum și marca betonului și a oțelului, cu formulele (24) și (25) se pot determina valoarea momentului de rupere și coeficienții de siguranță c ai secțiunii.

Dacă înălțimea zonei comprimate este $x \leqslant 2a'$, calculul trebue făcut cu formula (29):

$$cM = A_f\, \sigma_c\,(h_0 - a')\,. \tag{29}$$

34. Fiind date eforturile, secţiunea betonului, coeficientul de siguranţă, cum şi marca betonului şi a oţelului, secţiunile necesare de armătură comprimată şi întinsă se determină cu formulele (30) şi (31):

$$A'_f = \frac{cM - 0{,}375\ bh_0^2 R_i}{\sigma_c\ (h_0 - a')}, \tag{30}$$

$$A_f = 0{,}5\ \frac{R_i}{\sigma_c} \cdot bh_0 + A'. \tag{31}$$

35. Dacă secţiunea de armătură comprimată A'_f se ia mai mare — din motive constructive — decât cea obţinută prin formula (30) sau dacă secţiunea armăturii întinse A_f este impusă, atunci secţiunea armăturii comprimate se determină în modul următor:

a) se determină cu formula (32) valoarea momentului pe care poate să-l preaia armătura comprimată şi partea corespunzătoare de armătură întinsă:

$$cM'_f = A'_f\ \sigma_c\ (h_0 - a'); \tag{32}$$

b) cu ajutorul valorii momentului $cM_1 = cM - cM'_f$ se determină secţiunea armăturii A_{fI} cu formulele pentru calculul elementelor încovoiate, simplu armate;

c) secţiunea totală de armătură întinsă se determină cu formula (33)

$$A_f = A_{fI} + A'_f. \tag{33}$$

Dacă secţiunea armăturii A_{fI} corespunde condiţiei $x \leqslant 2\ a'$ atunci secţiunea totală de armătură întinsă A_f trebue determinată cu formula (34):

$$A_f = \frac{cM}{\sigma_c\ (h_0 - a')}. \tag{34}$$

36. Procentul maxim de armătură întinsă din elementele încovoiate, cu secţiune dreptunghiulară, dublu armate, corespunzător condiţiei (15), este dat în tabela 7.

Tabela 7

Procentele de armătură întinsă A_f din elementele încovoiate cu secţiune dreptunghiulară, dublu armate, care corespund condiţiei $cM = R_i\ S_0$

Limita de curgere a armăturii, în kg/cm²	Mărcile de beton								
	90	110	140	170	200	250	300	400	500
2500	2,29	2,80	3,43	3,94	4,57	5,66	6,35	8,26	9,90
2850	—	2,45	3,00	3,45	4,00	4,97	5,56	7,25	8,68
3200	—	2,19	2,68	3,08	3,57	4,42	4,96	6,45	7,73
3500	—	2,00	2,45	2,82	3,26	4,00	4,53	5,91	7,10

37. Când procentele de armare depăşesc valorile date în tabela 7, nu se poate lua în calcul toată secţiunea de armătură întinsă, iar capacitatea portantă a elementului se determină cu formula (28), independent de procentul de armare. Afară de aceasta, procentul de armătură întinsă trebue să satisfacă condiţia (35):

$$\mu_I = \mu - \mu' \leqslant 0{,}5\ \frac{R_i}{\sigma_c}, \tag{35}$$

Scanned with OKEN Scanner

care este condiția procentului maxim de armare pentru secțiunile dreptunghiulare cu armătură simplă (tabela 6).

38. Dacă valoarea lui μ_I depășește pe aceea condiționată de relația (35) sau indicată de tabela 6, atunci capacitatea portantă a elementului încovoiat, de secțiune dreptunghiulară, dublu armat, se determină, independent de procentul de armătură intensă, luându-se cea mai mică dintre valorile date de formula (28) sau de formula (36) de mai jos:

$$cM = 0{,}375\, b\, h_0^2\, R_i + A_f'\, \sigma_c\, (h_0 - a')\,. \tag{36}$$

E. Elemente cu secțiune în T, cu placa așezată în zona comprimată

39 (56). Calculul secțiunilor în T cu placa așezată în zona comprimată (fig. 7) se va face astfel:

a) pentru $h_p < 0{,}1h$, nu se va lua în considerație placa, iar calculul se va face ca și la secțiunile dreptunghiulare cu lățimea b, conform punctului 28 (51);

b) pentru $h_p \geqslant 0{,}1\, h$, se va introduce în calcule și placa.

40 (57). Lățimea activă a plăcii b_p, luată în calculul secțiunilor în T, nu va depăși următoarele valori:

a) pentru grinzi independente, 1/3 din deschiderea grinzii sau $12\, h_p + b$;

b) pentru grinzi secundare, la planșee, distanța dintre axele grinzilor;

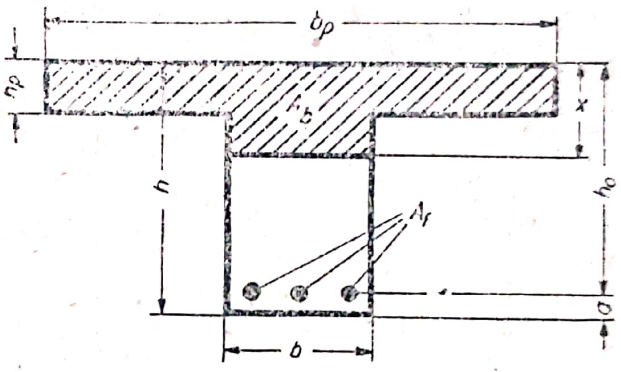


Fig. 7

c) pentru grinzi principale, jumătate din deschiderea l_0 a grinzii principale (câte $l_0/4$ de fiecare parte a axei) sau deschiderea grinzii secundare.

41. Secțiunile în T, simplu armate, trebue să satisfacă condițiile (37) și (38)

$$\mu \leqslant \left[\frac{x}{h_0} + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\right]\frac{R_i}{\sigma_c} = \alpha_i\, \frac{R_i}{\sigma_c} \tag{37}$$

unde

$$\frac{x}{h_0} = 1 - 0{,}5\,\sqrt{1 + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\,\frac{h_p}{h_0}\right)}\,. \tag{37 a}$$

$$cM \leqslant B_{0i}\, b h_0^2\, R_i \tag{38}$$

unde

$$B_{0i} = 0{,}375\left[1 + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\,\frac{h_p}{h_0}\right)\right] \tag{38 a}$$

Valorile lui B_{0i} și α_i sunt date în tabela 20 din Anexa 2.

42. Calculul elementelor încovoiate, cu secțiunea în T, cu armătură simplă, în cazul când axa neutră cade în placă, se face cu ajutorul formulelor și al

Scanned with OKEN Scanner

tabelelor pentru calculul secțiunilor dreptunghiulare, simplu armate, lățimea de calcul a secțiunii luându-se egală cu lățimea b_p a tălpii.

Axa neutră cade în placa secțiunii în T, dacă:

$$\mu = \frac{A_f}{bh_0} \leqslant \frac{b_p}{b} \cdot \frac{h_p}{h_0} \cdot \frac{R_i}{\sigma_c} = \alpha_p \frac{R_i}{\sigma_c} \tag{39}$$

sau

$$cM \leqslant B_{0p}\, bh_0^2\, R_i \,. \tag{40}$$

unde

$$B_{0p} = \frac{b_p}{b} \frac{h_p}{h_0} \left(1 - 0{,}5 \frac{h_p}{h_0}\right). \tag{40 a}$$

Valorile lui B_{0p} și α_p sunt date în tabela 21 din Anexa 2.

Procentele maxime de armare pentru secțiuni T, raportate la secțiunea utilă bh_0, sunt date în tabela 7*a*.

43. Dacă raportul $\frac{h_p}{h_0} \leqslant 0{,}2$ se permite ca secțiunile în T, la care axa neutră trece prin placă, să se calculeze cu formula aproximativă (41)

$$A_f = \frac{cM}{\sigma_c \left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right)} \,. \tag{41}$$

44. Rezistența elementelor încovoiate, cu secțiunea în T, simplu armate, la care axa neutră trece prin nervură, se calculează cu formula (42)

$$cM = cM_I + cM_f \,. \tag{42}$$

Totodată trebue să se respecte și condițiile (37) și (38).

Valoarea lui cM_f, care este o parte din momentul încovoietor total, pe care-l preiau numai aripile care ies înafară, și secțiunea de armătură A_{fI}, se determină cu formula (43):

$$cM_f = B_{0sb}\, bh_0^2\, R_i \,. \tag{43}$$

unde

$$B_{0sb} = \frac{h_p}{h_0} \left(\frac{b_p}{b} - 1\right) \left(1 - 0{,}5 \frac{h_p}{h_0}\right). \tag{43 a}$$

Valorile lui B_{0sb} sunt date în tabela 22 din Anexa 2.

Valoarea lui cM_I, care este o parte din momentul încovoietor total pe care-l preia zona comprimată din nervură și armătura respectivă a A_{fI} se determină cu formulele pentru secțiuni dreptunghiulare, simplu armate, fiind date dimensiunile b și h_0 ale secțiunii și secțiunea armăturii $A_{fI} = A_f - A_{fI}$ unde A_{fI} se determină cu formula (44)

$$A_{fI} = \frac{cM_f}{\sigma c \left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right)} \,. \tag{44}$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 7a

Procentele maxime de armare pentru secţiuni T (raportate la secţiunea utilă $b\,h_0$)
$\sigma_c = 2500$ kg cm², $R_i = 110$ kg cm²

b_p/b \ h_p/h_o	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24
1,50	0,68 2,32	0,72 2,33	0,79 2,34	0,85 2,35	0,92 2,37	0,99 2,38	1,06 2,40	1,12 2,41	1,20 2,42	1,25 2,43	1,32 2,45	1,38 2,46	1,45 2,48	1,58 2,51
2,00	0,82 2,44	0,97 2,50	1,05 2,49	1,14 2,52	1,23 2,65	1,32 2,57	1,40 2,60	1,50 2,63	1,58 2,65	1,67 2,68	1,75 2,71	1,85 2,74	1,93 2,77	2,10 2,83
2,50	1,10 2,66	1,20 2,60	1,32 2,63	1,43 2,69	1,64 2,73	1,65 2,77	1,75 2,81	1,87 2,85	1,98 2,90	2,10 2,94	2,30 2,99	2,30 3,03	2,42 3,08	2,64 3,17
3,00	1,32 2,70	1,45 2,75	1,58 2,81	1,74 2,86	1,85 2,92	1,98 2,98	2,10 3,04	2,25 3,10	2,57 3,16	2,50 3,22	2,64 3,28	2,77 3,33	2,90 3,40	3,17 3,52
3,50	1,94 2,83	1,70 2,90	1,85 2,97	2,00 3,0	2,15 3,11	2,30 3,18	2,47 3,26	2,62 2,30	2,77 3,41	2,92 3,49	3,08 3,57	—	—	—
4,00	1,76 2,96	1,93 3,05	2,10 3,14	2,29 3,22	2,46 3,31	2,64 3,40	2,80 3,49	3,00 3,58	3,17 3,68	—	—	—	—	—
4,50	1,98 3,10	2,17 3,20	2,38 3,30	2,57 3,40	2,77 3,51	2,97 3,62	3, 7 3,73	—	—	—	—	—	—	—
5,00	2,20 3,24	2,42 3,30	2,64 3,48	2, 5 3,60	3,08 3,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,50	2,42 3,38	2,66 3,51	3,90 3,66	3,15 3,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,00	2,64 3,53	2,90 3,68	3,17 3,83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,50	2,66 3,67	3,14 3,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,00	3,08 3,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Observaţii. 1. La numărător este pus procentul de armare fără a se ţine cont de compresiunea din inimă; la numitor este procentul calculat ţinându-se cont de compresiunea din inimă.

2. Pentru alte mărci de oţel şi beton valorile din tabel se înmulţesc cu $22{,}73\,\frac{R_i}{\sigma_c}$.

Scanned with OKEN Scanner

45. Când se dau dimensiunile secțiunii în T și momentul încovoietor, secțiunea necesară de armătură A_f se determină cu formula (45):

$$A_f = A_{fI} + A_{ff} . \tag{45}$$

Secțiunea armăturii A_{fI} se determină cu formulele pentru calculul elementelor încovoiate, cu secțiune dreptunghiulară (cu dimensiunile b și h_0), cu ajutorul momentului.

$$cM_I = cM - cM_f ,$$

iar secțiunea armăturii A_{ff} se determină cu formula (44).

46 (52). Pentru unificarea dimensiunilor secțiunilor, în construcțiile de beton armat monolitice se va urmări adoptarea următoarelor dimensiuni:

a) pentru lățimi de grinzi dreptunghiulare și de nervuri: 12, 15, 18, 20, 25, 30 și, mai departe, din 5 în 5 cm;

b) pentru înălțimile grinzilor dreptunghiulare și în T, 20 25, 30 și, mai departe, din 5 în 5 cm, până la 80 cm; apoi, din 10 în 10 cm;

c) pentru grosimea plăcilor; din cm în cm.

F. Elemente cu secțiune triunghiulară, simplu armate

47. Calculul elementelor încovoiate, cu secțiune triunghiulară, cu armătură simplă, se face cu formulele (46) și (47) (fig. 8).

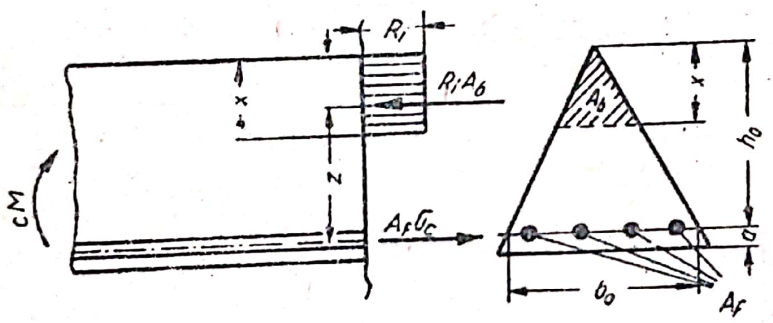


Fig. 8

$$cM = \frac{b_0 x^2}{2h_0}\left(h_0 - \frac{2x}{3}\right) R_i , \tag{46}$$

$$A_f \sigma_c = \frac{b_0 x^2}{2h_0} R_i . \tag{47}$$

48. Procentul de armătură întinsă trebue să satisfacă prescripțiile dela pct. 9 (30), cum și condiția (48):

$$\mu = \frac{A_f}{b_0 h_0} \leqslant 0{,}228 \frac{R_i}{\sigma_c}, \tag{48}$$

ceeace corespunde lui

$$x \leqslant 0{,}675\ h_0 . \tag{49}$$

49. Pentru calculul elementelor cu secțiune triunghiulară, simplu armate, solicitate la încovoiere, se recomandă folosirea formulelor (50) și a tabelei 18 din Anexa 2.

$$cM = B_0 b_0 h_0^2 R_i , \tag{50}$$

Scanned with OKEN Scanner

unde

$$B_0 = \mu \frac{\sigma_c}{R}\left(1 - 0{,}943\sqrt{\mu \frac{\sigma_c}{R_i}}\right). \qquad (50\,a)$$

50. Procentele maxime de armare pentru elementele încovoiate, de secţiune triunghiulară, simplu armate, corespunzătoare condiţiei (48) sunt date în tabela 8.

Tabela 8

Procentele maxime de armare pentru elementele încovoiate cu secţiune triunghiulară, simplu armate, corespunzătoare condiţiei $\mu = 0{,}228 \frac{R_i}{\sigma_c}$

Limita de curgere a armăturii, în kg/cm²	Mărcile de beton								
	90	110	140	170	200	250	300	400	500
2500	0,82	1,00	1,23	1,41	1,64	2,01	2,28	2,96	3,56
2850	—	0,88	1,08	1,27	1,44	1,76	2,00	2,60	3,12
3200	—	0,78	0,96	1,10	1,28	1,57	1,78	2,32	2,78
3500	—	0,72	0,88	1,01	1,17	1,44	1,63	2,14	2,55

51. Dacă procentele de armare depăşesc valorile date în tabela 8, atunci în calcul nu se poate lua întreaga secţiune de armătură întinsă, iar capacitatea portantă a elementului, independent de procentul de armare, se determină cu formula (51):

$$cM = 0{,}125\, b_0 h_0^2 R_i\,. \qquad (51)$$

G. Elemente cu secţiune triunghiulară, dublu armate

52. Calculul elementelor încovoiate, cu secţiune triunghiulară, dublu armate, se face cu formulele (52) şi (53) (fig. 9);

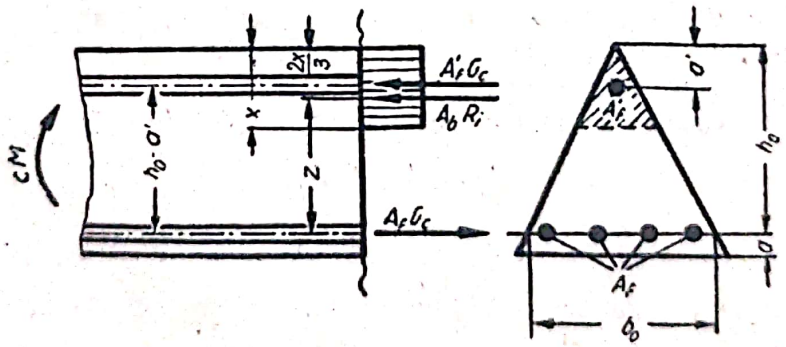


Fig. 9

$$cM = R_i \frac{b_0 x^2}{2 h_0}\left(h_0 - \frac{2}{3}x\right) + A_f' \sigma_c (h_0 - a'); \qquad (52)$$

$$(A_f - A_f')\,\sigma_c = R_i \frac{b_0 x^2}{h_0}\,. \qquad (53)$$

Scanned with OKEN Scanner

Totodată secțiunea trebue să satisfacă și condițiile (54)—(56):

$$x \leqslant 0{,}675\, h_0. \tag{54}$$

$$x \geqslant \frac{2}{3} a', \tag{55}$$

$$cM \leqslant 0{,}167\, b_0 h_0^2 R_i. \tag{56}$$

53. Fiind date dimensiunile secțiunii elementului, secțiunea armăturii comprimate și a celei întinse, cum și marca betonului și a oțelului, cu formulele (52) și (53), se poate determina valoarea momentului de rupere și coeficientul de siguranță c.

Dacă înălțimea zonei comprimate este $x \leqslant \frac{3}{2} a'$, calculul se va face cu formula (57):

$$cM = A_f \sigma_c (h_0 - a'). \tag{57}$$

54. Când se cunosc eforturile, secțiunile elementului, coeficientul de siguranță și marca betonului și a oțelului, secțiunile necesare de armătură întinsă și comprimată se determină cu formulele (58) și (59):

$$A_f' = \frac{cM - 0{,}125\, b_0 h_0^2 R_i}{\sigma_c (h_0 - a')} \tag{58}$$

$$A_f = 0{,}228 \frac{R_i}{\sigma_c} b_0 h_0 + A_f'. \tag{59}$$

55. Dacă este necesară sporirea (din motive constructive) a secțiunii de armătură comprimată A'_f, față de valoarea obținută cu formula (58), cum și în cazul în care se dă secțiunea de armătură comprimată, secțiunea de armătură întinsă A_f se determină în modul următor:

a) se determină valoarea momentului pe care-l preia armătura comprimată și partea corespunzătoare de armătură întinsă, cu formula (60):

$$cM_f' = A_f' \sigma_c (h_0 - a'); \tag{60}$$

b) cu ajutorul valorii momentului $cM_I = CM - CM'_f$ se determină secțiunea armăturii A_{fI} cu formulele pentru calculul elementelor încovoiate, cu secțiune dreptunghiulară, simplu armate;

c) secțiunea totală de armătură întinsă se determină cu formula (61):

$$A_f = A_{fI} + A_f'. \tag{61}$$

Dacă, în acest caz, secțiunea de armătură A_{fI} corespunde condiției $x \leqslant \frac{3}{2} a'$, întreaga secțiune a armăturii A_f trebue determinată cu formula (62):

$$A_f = \frac{cM}{\sigma_c (h_0 - a')}. \tag{62}$$

56. Procentele maxime de armătură întinsă din elemente încovoiate cu secțiune triunghiulară, dublu armate, corespunzătoare condiției (56) sunt date în tabela 9.

57. Dacă procentele de armare depășesc valorile date în tabela 9 nu se poate considera în calcul întreaga secțiune a armăturii întinse, iar capacita-

Scanned with OKEN Scanner

tea portantă a elementului, independent de procentul de armare, se determină cu formula (56).

Tabela 9

Procentele de armare ale elementelor încovoiate cu secțiune triunghiulară, cu armătură dublă, corespunzătoare relației $cM = 0{,}167\, b_0 h_0^2 R_i$

Limita de curgere a armăturii, în kg/cm²	Mărcile de beton								
	90	110	140	170	200	250	300	400	500
2500	0,99	1,20	1,48	1,69	1,97	2,44	2,73	3,55	4,26
2850	—	1,05	1,29	1,48	1,72	2,14	2,40	3,11	3,74
32 0	—	0,94	1,15	1,32	1,54	1,90	2,13	2,77	3,32
3500	—	0,86	1,05	1,21	1,40	1,72	1,95	2,54	3,06

Afară de acestea, procentul de armătură întinsă trebue să satisfacă condiția (63):

$$\mu_I = \mu - \mu' \leqslant 0{,}228 \frac{R_i}{\sigma_c} \tag{63}$$

adică trebue să satisfacă condiția procentului maxim de armare a secțiunilor triunghiulare, simplu armate (tabela 8).

58. Dacă valorile lui μ_I depășesc pe cele din formula (63) (sau tabela 8), capacitatea portantă a elementului încovoiat, cu secțiune triunghiulară, dublu armat, independent de procentul de armătură întinsă, se determină luându-se valoarea minimă dintre valorile calculate cu formulele (64) și (56) pentru valoarea limită:

$$cM = 0{,}125\, b_0 h_0^2 R_i + A'_f \sigma_c (h_0 - a'). \tag{64}$$

II. Elemente cu secțiune inelară (tubulară)

59. Calculul elementelor încovoiate, cu secțiune inelară, cu armătura uniform repartizată pe perimetru (fig. 10) se face cu formula (65):

$$cM = \frac{1}{\pi}\left[R_i A \frac{r_1 + r_2}{2} + 2 A_f \sigma_c r_m\right] \sin \frac{\pi A_f \sigma_c}{R_i A + 2 A_f \sigma_c} \tag{65}$$

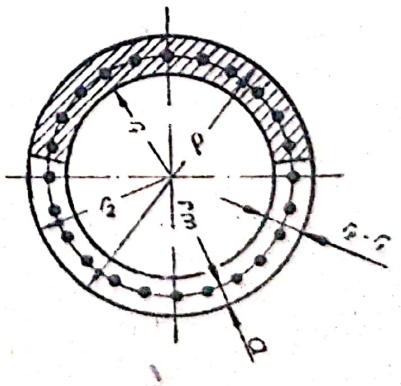


Fig. 10

în care A este secțiunea betonului;

r_1, r_2 — raza interioară, respectiv exterioară, a secțiunii transversale a grinzii,

Totodată, întreaga secțiune de armătură trebue să satisfacă condiția (66):

$$0{,}4 < \frac{A_f \sigma_c}{A R_i} \leqslant 0{,}8 \tag{66}$$

Scanned with OKEN Scanner

Dacă însă

$$\frac{A_f \sigma_c}{A R_i} \leqslant 0{,}4 \qquad (66\ a)$$

și armătura este așezată pe două rânduri sau într'un singur rând în mijlocul grosimii peretelui, calculul se poate face cu formula (67)

$$cM = 2\mu\sigma_c \left(r_2^3 - r_1^3\right) \cong 0{,}95\, A_f r_m \sigma_c \qquad (67)$$

unde

$$r_m = \frac{r_1 + r_2}{2}. \qquad (67\ a)$$

Pentru calculul elementelor încovoiate, cu secțiune inelară și pentru verificarea capacității lor de rezistență se recomandă folosirea tabelei 19 din Anexa 2.

I. Calculul la fisurare al elementelor încovoiate

60 (58). Calculul elementelor încovoiate la apariția fisurilor se poate face ținând seama de următoarele:

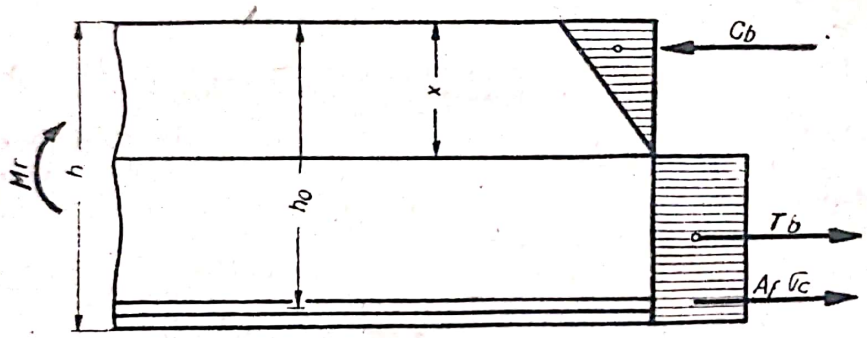


Fig. 11

a) diagrama eforturilor unitare din zona întinsă a betonului se consideră de formă dreptunghiulară. Valoarea efortului unitar de întindere se consideră egală cu R_t (fig. 11);

b) se admite valabilitatea ipotezei secțiunilor plane;

c) diagrama eforturilor unitare din zona comprimată a betonului se consideră de formă triunghiulară;

d) deformația specifică limită a betonului întins se consideră

$$\varepsilon_{t_{max}} = 1{,}0 \times 10^{-4}.$$

Deasemenea, se admite ca secțiunile să se calculeze la apariția fisurilor pe baza stadiului elastic, considerând valoarea modulului de elasticitate al betonului din zona întinsă și cea comprimată egală cu valoarea indicată în tabela 3 STAS 1546—50 pentru elementele comprimate. Rezistența de calcul a betonului la întindere se ia 1,7 R_t.

61. Calculul la fisurare al elementelor cu secțiune dreptunghiulară, simplu armate, solicitate la încovoiere, se poate face în felul următor:

a) se determină poziția axei neutre din ecuația (68):

$$(0{,}5 - \Theta)\frac{x^2}{h^2} + \left(2\,\Theta - \frac{E_f}{E_b}\,\mu_1\right)\frac{x}{h} - \Theta - \frac{E_f}{E_b}\,\mu_1\,\frac{h_0}{h} = 0. \qquad (68)$$

Scanned with OKEN Scanner

în care

$$\Theta = \frac{R_t}{\varepsilon_t E_b} \text{ (68 a) ; și } \mu_1 = \frac{A_f}{bh}, \qquad \text{(68 b)}$$

b) Se determină valoarea momentului încovoietor la apariția fisurilor cu formula (69):

$$c_f M = B_f b h^2, \qquad (69)$$

în care

$$B_f = \left[2\mu_1\left(3\frac{h_0}{h} - \frac{x}{h}\right)\frac{\sigma_a}{R_t} + \left(1 - \frac{x}{h}\right)\left(3 + \frac{x}{h}\right)\right]\frac{R_t}{6}. \qquad \text{(69 a)}$$

$$\sigma_a = 210\frac{h_0 - x}{h - x}. \qquad \text{(69 b)}$$

Pentru calculul la fisurare al elementelor încovoiate cu secțiune dreptunghiulară, se recomandă folosirea tabelelor 23—25 din Anexa 2.

Valorile coeficientului de siguranță c_f pentru determinarea momentului admisibil se iau aceleași ca și la întindere centrică.

J. Determinarea secțiunii armăturilor în plăcile legate monolitic de grinzi

62 (59). La plăcile mărginite pe tot conturul de grinzi legate monolitic, cu ele, secțiunea armăturii, rezultată din calcul, se reduce astfel:

a) în toate secțiunile deschiderilor intermediare și deasupra tuturor reazemelor intermediare, începând cu al treilea reazem dela marginea planșeului, cu 20% ;

b) în deschiderile marginile și pe al doilea reazem dela marginea planșeului

$$\text{pentru } \frac{l_k}{l} \leqslant 1{,}5 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ cu } 20\%$$

$$\text{pentru } 1{,}5 < \frac{l_k}{l} \leqslant 2 \ldots\ldots\ldots \text{ cu } 10\%$$

unde l_k este deschiderea plăcii, măsurată dealungul marginii planșeului (latura mare a panoului de placă).

Pentru $\frac{l_k}{l} > 2$ nu se va reduce secțiunea de armătură în deschiderea marginală și nici pe al doilea reazem dela marginea planșeului.

63. Ca momente de reazeme și secțiuni de calcul ale plăcilor continue, legate rigid de grinzile de beton armat, se iau momentele și secțiunile dela marginea grinzilor.

Pentru astfel de plăci se pot lua următoarele încărcări de calcul:

$$\left.\begin{aligned} &\text{sarcina permanentă } \ldots\ldots\ldots g_{calc} = g + \frac{p}{2} \\ &\text{sarcina utilă } \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots p_{calc} = \frac{p}{2} \end{aligned}\right\} \qquad (70)$$

unde g și p sunt sarcinile permanente și utile.

Scanned with OKEN Scanner

Notă. Pentru grinzile secundare ale planşeelor monolitice de beton armat, încărcarea de calcul se poate lua astfel:

$$\left.\begin{aligned} &\text{sarcina permanentă} \ldots g_{calc} = g + \frac{p}{4} \\ &\text{sarcina utilă} \ldots\ldots p_{calc} = \frac{3}{4} p \end{aligned}\right\} \qquad (70\ a)$$

K. Grosimea şi înălţimea minimă la plăci şi grinzi încovoiate

64 (62). Grosimea minimă a plăcilor rezemate pe grinzi, la planşeele monolitice, cu raportul deschiderilor $\frac{l_2}{l_1} > 2$ se va lua astfel:

6 cm pentru planşeele de acoperiş
7 cm pentru planşeele dintre etaje, la construcţii civile
8 cm pentru planşeele dintre etaje, la construcţii industriale
10 cm pentru planşeele pasajelor.

Grosimea minimă a plăcilor superioare la planşeele cu nervuri dese, turnate monolitic, cu distanţa dintre nervuri de cel mult 70 cm, este următoarea:

3 cm când se folosesc umpluturi sau blocuri
5 cm când se folosesc umpluturi.

Grosimea minimă a plăcilor rezemate pe grinzi este următoarea:

pentru rezemare simpă ..... $\frac{1}{35} \cdot l_1$

pentru încastrare elastică ..... $\frac{1}{40} \cdot l_1$

Grosimea minimă a plăcilor armate cruciş, cu raportul deschiderilor $\frac{l_2}{l_1} \leqslant 2$, este următoarea:

pentru rezemare simplă ..... $\frac{1}{45} \cdot l_1$

pentru încastrare elastică pe contur $\frac{1}{50} \cdot l_1$

Grosimea minimă a plăcii, la planşeele-ciuperci, este următoarea:

când capitelul se termină cu placă $\frac{1}{35} \cdot l_2$

când capitelul nu are placă .... $\frac{1}{32} \cdot l_2$

Grosimea minimă a plăcilor, la planşeele cu nervuri dese şi la planşeele pe reţele de grinzi (planşee chesonate), este următoarea:

pentru rezemare simplă ..... $\frac{1}{50} \cdot l_1$

pentru încastrare elastică pe contur $\frac{1}{35} \cdot l_1$

Grosimea plăcilor rezemate pe ziduri se ia ca pentru simplă rezemare.

Grosimea minimă a plăcilor cu o singură deschidere sau a plăcilor continue, legate monolitic cu grinzi de beton armat, se va lua ca pentru încastrarea elastică.

Scanned with OKEN Scanner

65 (64). Înălțimea minimă a grinzilor se va lua astfel:

pentru rigle și grinzi principale.. $\frac{1}{15} \cdot l_0$

pentru grinzi secundare ..... $\frac{1}{20} \cdot l_0$

pentru planșee cu nervuri dese, simplu rezemate. . . . . $\frac{1}{20} \cdot l_0$

idem, încastrate elastic la capete.. $\frac{1}{25} \cdot l_0$

Dacă grinzile au înălțimi mai mici decât cele prescrise mai sus, rigiditatea lor va fi justificată în mod special.

L. Calculul la eforturi unitare principale

66 (66). Eforturile unitare principale de întindere care iau naștere în elementele încovoiate cu înălțime constantă se determină cu formula (71):

$$\sigma_1 = \frac{T}{bz}, \tag{71}$$

In cazul elementelor cu înălțimea variabilă, aceste eforturi unitare pot fi determinate cu formula (72):

$$\sigma_1 = \frac{T}{bz} \pm \frac{M \operatorname{tg} \Theta}{b \cdot h_0 \cdot z}, \tag{72}$$

unde Θ este unghiul format de fața superioară și de fața inferioară a grinzii în secțiunea considerată.

In formula (72), semnul minus se ia în cazul când, în sensul în care crește valoarea momentului încovoietor, crește și înălțimea elementului, iar semnul plus se ia când, în sensul în care crește valoarea momentului încovoietor, scade înălțimea elementului.

67. Pe porțiunile elementelor încovoiate, unde eforturile unitare principale de întindere satisfac condiția:

$$\sigma_1 \leqslant \frac{R_t}{c_1} \tag{72 a}$$

betonul poate prelua singur aceste eforturi unitare (armătura ridicată și etrieri se pun din considerații constructive).

Valoarea eforturilor unitare principale maxime trebue să satisfacă condiția (73)

$$\sigma_1 \leqslant \frac{R_t}{l}. \tag{73}$$

68 (69). La reazemele marginale ale grinzilor încărcate cu sarcini uniform distribuite, când capetele barelor întinse din câmp, care se continuă peste reazem fără a fi ridicate, se termină cu ciocuri trecând de marginea reazemului 15—30 diametri, minimum 80% din rezultanta eforturilor unitare principale de întindere se va prelua prin etrieri și armătură ridicată (restul de 20% este preluat de armătura longitudinală).

Scanned with OKEN Scanner

La reazemele marginale, când barele întinse se termină cu ciocuri care trec de marginea reazemului cu peste 30 d, cum şi la toate reazemele intermediare ale elementelor continue, minimum 60 % din rezultanta eforturilor unitare principale de întindere se va prelua prin etrieri şi armături ridicate. In grinzile cu sarcini concentrate se va prelua prin etrieri şi armături ridicate, cel puţin 80% din rezultanta eforturilor unitare principale de întindere. Eforturile unitare pe care le poate prelua armătura longitudinală se pot lua din tabela 31.

69. Efortul unitar preluat prin etrieri se determină cu formula (74) (fig. 12)

$$\sigma_{etr} = \frac{A_e \cdot \sigma_c \cdot n}{a \cdot b \cdot c}. \qquad (74)$$

unde: A_e este secţiunea unei ramuri a etrierului;
n — numărul ramurilor (secţiunilor etrierului);
a — distanţa dintre etrieri;
b — lăţimea grinzii dreptunghiulare sau a inimii unei grinzi în T.

70 (68). In grinzile monolitice, independent de calcule, se pun totdeauna etrieri. Distanţa maximă dintre etrieri se va lua $\frac{3}{4}h$ sau 50 cm când nu există în secţiune armături comprimate care s'au considerat în calcul, iar când există astfel de armături, distanţa dintre etrieri se va lua de cel mult 15 ori diametrul armăturii comprimate. In acest din urmă caz etrierii se vor face închişi, dispunându-se şi etrieri suplimentari, astfel încât barele comprimate să fie amplasate din două în două, în punctele de îndoire ale etrierilor simpli şi ale celor suplimentari. La planşeele cu nervuri dese cu blocuri de umplutură, etrierii nu sunt obligatorii, iar la cele fără blocuri de umplutură se vor prevedea etrieri la distanţa de maximum 30 cm.

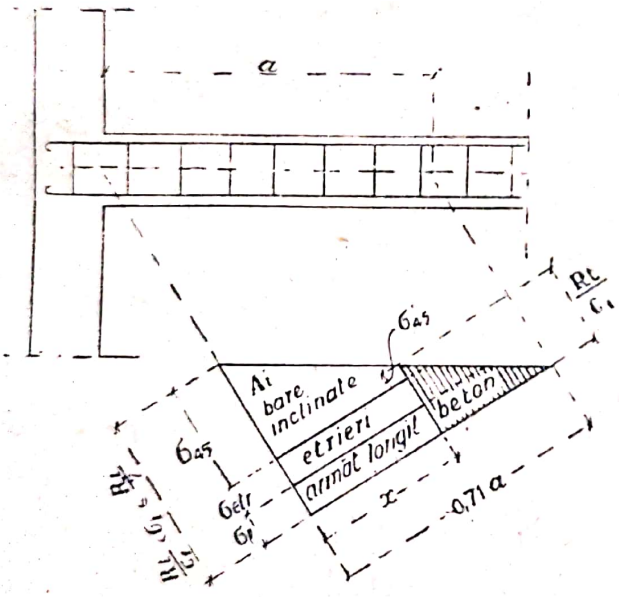


Fig. 12

71 (71). Secţiunea barelor ridicate se determină cu formula (75):

$$A_{fi} = \frac{A_0 c}{\sigma_c} \qquad (75)$$

unde A_0 este rezultanta eforturilor unitare principale de întindere care se preiau prin armătura ridicată. Valoarea A_0 se determină cu ajutorul diagramei eforturilor unitare de întindere (fig. 12) folosind formula (75 a):

$$A_0 = A_i \cdot b, \qquad (75\ a)$$

unde A_i este porţiunea din diagrama eforturilor unitare principale de întindere care se preiau prin bare ridicate.

72 (72). Distanţa maximă dintre barele ridicate dealungul grinzii se va lua cel mult cât înălţimea h. Incepând cu a treia bară ridicată considerată dela reazem, în unele cazuri această distanţă poate fi mărită până la 1,5 h.

Scanned with OKEN Scanner

Barele ridicate se repartizează, luându-se, ca axă de referinţă, axa rectilinie care împarte înălţimea grinzii în câmp în două părţi egale.

Inclinarea normală a barelor ridicate faţă de axa grinzii este de 45°. La grinzile mai înalte decât 0,8 m se admite, pentru bare ridicate, o înclinare de 60°, iar la grinzile de înălţime mică şi în cazul sarcinilor concentrate, se poate admite un unghi mai mic, însă de cel puţin 30°.

La armarea grinzilor nu se admite folosirea barelor flotante.

73 (73). Înălţimea consolelor care susţin grinzi, ferme etc se recomandă să se stabilească din condiţia ca eforturile unitare principale de întindere să nu depăşească valoarea

$$\sigma_1 = \frac{R_t}{c_1}.$$

Dacă această condiţie este îndeplinită, armătura ridicată se pune constructiv.

Când înălţimea consolelor este limitată (de ex. prin gabaritul utilajului) s e admit şi eforturi unitare principale de întindere mai mari; în orice caz, eforturile unitare de întindere nu vor depăşi valoarea $\sigma_1 = R_t$. In acest caz, la console lungi ($l_c \geqslant 0{,}9\, h_0$), calculul şi dispoziţia barelor ridicate se fac ca şi la grinzi, iar la consolele scurte ($l_c < 0{,}9\, h_0$) secţiunea necesară a barelor ridicate se determină cu formula

$$A_{fi} = \frac{cT}{\sigma_c \sqrt{2}} \qquad (76)$$

Barele ridicate se dispun sub un unghi de cel puţin 45°, în cazul consolelor cu intradosul înclinat, când înălţimea consolei h_0 este mai mică decât lungimea consolei.

Etrierii consolelor scurte se dispun orizontal. Diametrul etrierilor se ia de 6—10 mm, iar distanţa dintre etrieri, de 10—15 cm.

V. ELEMENTE COMPRIMATE EXCENTRIC

A. Elemente cu secţiuni de formă simetrică

74 (74). La calculul elementelor cu secţiune de orice formă simetrică, comprimate excentric, se va ţine seamă de următoarele consideraţii generale:

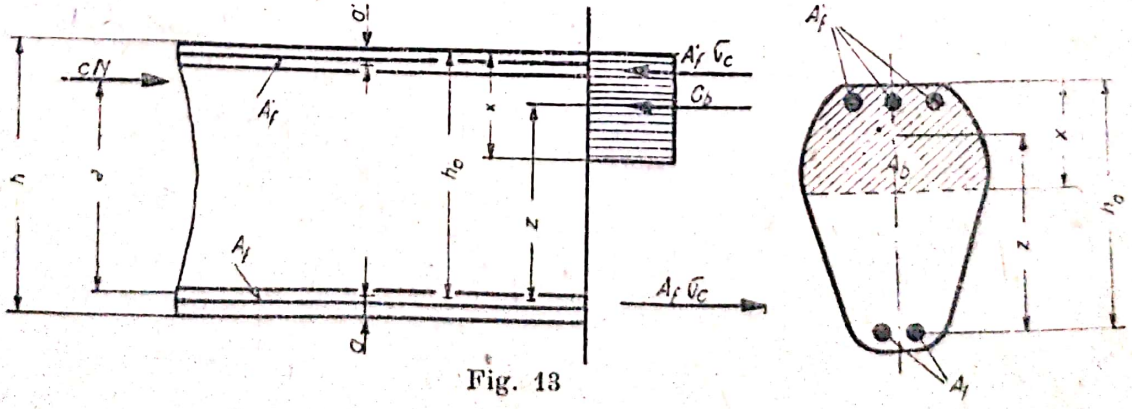


Fig. 13

Dacă, la ruperea secţiunii, armătura întinsă curge, adică dacă secţiunea zonei comprimate a betonului (fig. 13) satisface condiţia (77),

are loc cazul 1 de compresiune excentrică şi calculul se face cu formulele (78) şi (79).

$$S_b \leqslant 0{,}8\, S_0 \tag{77}$$

$$\mathcal{N}e = R_i\, S_b + A_f' \sigma_c\, (h_0 - a') \tag{78}$$

$$\mathcal{N} = A_b \cdot R_i - (A_f - A_f')\, \sigma_c. \tag{79}$$

Pentru aceasta trebue să fie satisfăcută condiţia:

$$z \leqslant h_0 - a'. \tag{80}$$

Dacă la ruperea secţiunii armătura A_f este întinsă, însă nu curge sau este comprimată, ceeace corespunde condiţiei (81) pentru zona comprimată a betonului,

$$S_b > 0{,}8\, S_0 \tag{81}$$

are loc cazul 2 de compresiune excentrică. In acest caz, calculul se face cu formulele (82) şi (83).

$$\mathcal{N}e \leqslant R_{pr} \cdot S_0 + A_f' \sigma_c\, (h_0 - a), \tag{82}$$

$$\mathcal{N}e \leqslant R_{pr} = S_0' + A_f \sigma_c\, (h_0 - a'). \tag{83}$$

Pentru secţiunile în T, cu placa situată la marginea mai puţin comprimată a secţiunii, lăţimea maximă de placă ce se introduce în calcul se determină din condiţia (84)

$$S_0 \leqslant 0{,}55\, b h_0^2 \tag{84}$$

Verificarea la fisurare a elementelor comprimate excentric, din cazul 1, poate fi făcută ca la încovoiere, punctul de 60 (58).

B. Considerarea flexibilităţii elementelor comprimate excentric

75 (80). Influenţa flexibilităţii elementelor comprimate excentric trebue luată în consideraţie în calcul, în următoarele cazuri :

a) pentru orice fel de secţiuni, când $l_f/r > 35$;
b) pentru secţiuni dreptunghiulare, când $l_f/h > 10$;
c) pentru secţiuni circulare şi inelare, când $l_f/d > 8$;
d) pentru secţiuni în T, când $l_f/h > 35\, \xi$.

Valorile coeficientului ξ sunt date în tabela 10.

Tabela 10

Valorile coeficientului

$\frac{h_p}{h}$ \ $\frac{b_p}{b}$	2	3	5	10	15	20
0,10	0,30	0,33	0,32	0,31	0,29	0,27
0,20	0,30	0,31	0,29	0,26	0,23	0,21
0,30	0,30	0,30	0,27	0,23	0,20	0,19
0,40	0,29	0,28	0,25	0,21	0,19	0,18
0,50	0,27	0,26	0,23	0,20	0,19	0,18

Influenţa flexibilităţii în planul în care acţionează momentul se ia în consideraţie prin multiplicarea excentricităţii forţei normale N, cu m.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru secțiune de orice formă:

$$m = \frac{1}{1 - \frac{n_1}{4\,00}\left(\frac{l_f}{h}\right)^2}. \qquad (85)$$

Pentru secțiuni dreptunghiulare:

$$m = \frac{1}{1 - \frac{n}{400}\left(\frac{l_f}{h}\right)^2} \qquad (86)$$

unde $n_1 = \frac{cN}{R_i\, A}$.

Se recomandă ca determinarea valorii lui « m » să se facă cu ajutorul graficului 1 din Anexa 2.

Afară de aceasta trebue făcută și o verificare la flambaj în planul perpendicular planului de încovoiere, ca pentru un element solicitat la compresiune centrică.

76 (81). In calculul stâlpilor comprimați excentric, lungimea de calcul se ia conform punctului 18 (41).

Lungimea de calcul a arcelor, când se calculează la compresiune excentrică în planul curburii, se ia astfel:

a) pentru arce cu trei articulații ..... $l_f = 0{,}58\,s$;
b) pentru arce cu două articulații ..... $l_f = 0{,}54\,s$;
c) pentru arce încastrate ..... $l_f = 0{,}36\,s$,

unde s este lungimea arcului măsurat pe axă.

La calculul arcelor pleoștite, comprimate excentric, cu săgeata $f < l/6$, nu se va lua în considerație flambajul în planul curburii, în următoarele cazuri:

a) pentru arce cu trei articulații, dacă $l/h \leqslant 15$;
b) pentru arce cu două articulații, dacă $l/h \leqslant 17$;
c) pentru arce încastrate, dacă $l/h \leqslant 25$.

La calculul la flambaj, perpendicular pe planul curburii, pentru arcele pleoștite comprimate excentric, lungimea de calcul se consideră ca și pentru barele drepte.

C. Elemente cu secțiune dreptunghiulară

77 (75). Secțiunile dreptunghiulare, comprimate excentric, se calculează

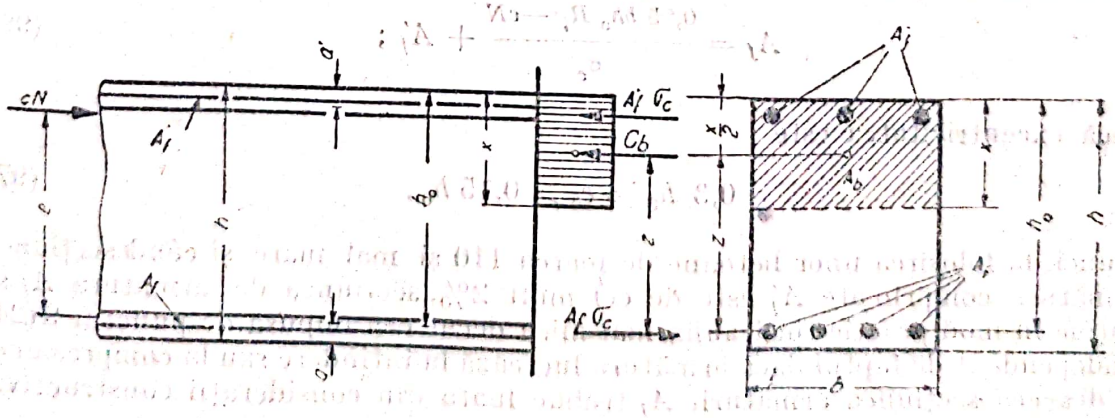


Fig. 14

astfel:

Cazul 1 $x \leqslant 0{,}55\,h_0$ (87)

cu formulele (88) și (89) (fig. 14):

$$cNe = R_i\, bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + A'_f\, \sigma_c\, (h_0 - a') \tag{88}$$

$$cN = R_i\, bx - (A_f - A'_f)\, \sigma_c\,, \tag{89}$$

unde trebue să avem, deasemenea:

$$x \geqslant 2a \tag{90}$$

Cazul 2 $$x > 0{,}55\, h_0 \tag{91}$$

cu formula (92):

$$cNe \leqslant 0{,}5 R_{pr}\, bh_0^2 + A'_f\, \sigma_c\, (h - a'). \tag{92}$$

Dacă efortul N este aplicat între centrele de greutate ale armăturilor A_f și A'_f este necesară o verificare suplimentară, cu formula (93).

$$cNe' \leqslant 0{,}5\, R_{pr}\, bh_0'^2 + A_f\, \sigma_c\, (h_0 - a') \tag{93}$$

unde $h'_0 = h - a'$.

Notă: Indicații amănunțite asupra cazurilor în care trebue făcută verificarea cu formula (93) se dau la punctele 78—80.

78. Pentru calculul elementelor cu secțiune dreptunghiulară, comprimate excentric, cu armătură nesimetrică, se recomandă să se procedeze în modul următor:

a) secțiunea necesară de armătură comprimată A'_f se va determina, în toate cazurile, cu formula (94):

$$A'_f = \frac{cNe - 0{,}4\, bh_0^2\, R_i}{\sigma_c\, (h_0 - a')}\,; \tag{94}$$

b) secțiunea necesară de armătură A_f se va determina astfel:

Dacă excentricitatea

$$e_0 > 0{,}3\, h_0 \tag{95}$$

cu formula (96)

$$A_f = \frac{0{,}55\, bh_0\, R_i - cN}{\sigma_c} + A'_f\,; \tag{96}$$

dacă excentricitatea este

$$0{,}3\, h_0 \geqslant e_0 > 0{,}15\, h_0\,, \tag{97}$$

atunci, la folosirea unor betoane de marca 110 și mai mare și când secțiunea armăturii comprimate A'_f este de cel mult 2%, secțiunea de armătură A_f se obține în mod practic totdeauna mai mică decât cea impusă de punctul 9 (24) (independent de faptul dacă armătura lucrează la întindere sau la compresiune) și deaceea secțiunea armăturii A_f trebue luată din considerații constructive, folosind tabela 3.

In celelalte cazuri, când excentricitatea e_0 se găsește între limitele indicate mai sus, cum și în toate cazurile în care excentricitatea

$$e_0 \leqslant 0{,}15\, h_0, \tag{98}$$

Scanned with OKEN Scanner

secțiunea de armătură A_f trebue să fie verificată suplimentar cu formula (99):

$$A_f \geqslant \frac{cN\,(h_0 - e - a') - 0{,}4\,bh_0'^2\,R_i}{\sigma_c\,(h_0 - a')}. \qquad (99)$$

Totodată, secțiunea A_f a armăturii trebue luată, în toate cazurile, cel puțin egală cu valoarea ce se determină cu ajutorul tabelei 3.

79. Când (din motive constructive) este necesar să se sporească secțiunea A_f' a armăturii comprimate, față de valoarea obținută prin formula (94), precum și în cazul când secțiunea armăturii comprimate este dată, secțiunea armăturii A_f se determină în modul următor:

a) Dacă excentricitatea

$$e_0 > 0{,}3\,h_0,$$

cu formula (100)

$$A_f = A_{fI} + A_f' - \frac{cN}{\sigma_c}, \qquad (100)$$

unde A_{fI} este secțiunea armăturii care se determină ca pentru un element încovoiat, simplu armat, pentru momentul cM_I.

Valoarea momentului cM_I se determină cu formula (101):

$$cM_I = cN_e - A_f'\,\sigma_e\,(h_0 - a'). \qquad (101)$$

Totodată, dacă

$$A_{fI} > 0{,}55\;bh_0\frac{R_i}{\sigma_c}, \qquad (102)$$

secțiunea dată a armăturii A_f' este insuficientă și trebue sporită în mod corespunzător.

In cazurile când valoarea

$$cM_I < 2\,a'\,(h_0 - a')\,b\,R_i, \qquad (103)$$

secțiunea totală de armătură întinsă A_f se determină cu formula (104):

$$A_f = \frac{cN}{\sigma_c}\left(\frac{e}{h_0 - a'} - 1\right). \qquad (104)$$

b) Dacă excentricitatea

$$e \leqslant 0{,}3\;h_0, \qquad (97\,a)$$

secțiunea armăturii A_f se determină ținând seamă de indicațiile dela punctul precedent 78.

80. Forța de rupere normală cN se determină cu formula (105), dacă sunt cunoscute dimensiunile secțiunii elementului, excentricitatea e_0, secțiunile de armătură A_f și A_f', precum și marca betonului și a oțelului:

$$cN = \frac{A_f'\,\sigma_c\,(h_0 - a') + 0{,}4\,bh_0^2 R_i}{e} \qquad (105)$$

Valoarea lui cN obținută din formula (105) corespunde valorii reale a forței de rupere în cazurile în care această forță este condiționată de rezistența zonei

Scanned with OKEN Scanner

comprimate a secțiunii, adică atunci când valoarea obținută pentru cN satisface condiția (106):

$$cN-(A'_f - A_f)\,\sigma_c \geqslant 0{,}55\,bh_0\,R_i\,. \tag{106}$$

Dacă nu este îndeplinită condiția (106), valoarea forței normale de rupere este condiționată de rezistența armăturii întinse și trebue să se determine cu formula (107):

$$cN = C_b - (A_f - A'_f)\,\sigma_c\,. \tag{107}$$

Valoarea efortului $C_b = bxR_i$, care este preluat de zona comprimată de beton, se determină cu formula (108) sau cu ajutorul graficului 2 din Anexa 2.

$$C_b = \left[(h_0 - e) + \sqrt{(h_0 - e)^2 + \frac{2\,(A_f\,e \pm A'_f\,e')\,\sigma_c}{bR_i}}\right] bR_i\,; \tag{108}$$

în formula (108), semnul minus de sub radical trebue luat când $e > h_0 - a'$, iar semnul plus, când $e < h_0 - a'$.

Dacă valoarea efortului C_b este

$$C_b < 2\,a'b\,R_i \tag{109}$$

forța normală de rupere cN se determină cu formula (110):

$$cN = \frac{A_f\,\sigma_c\,(h_0 - a')}{e - (h_0 - a')}\,. \tag{110}$$

La excentricități mici ale forței normale, când

$$e_0 \leqslant 0{,}3\,h_0 \tag{97 a}$$

și întreaga secțiune este comprimată; valoarea forței normale de rupere poate fi condiționată de rezistența zonei din partea armăturii A_f, din care cauză, în cazuri de acest fel, este necesară o verificare suplimentară prin formula (111):

$$cN = \frac{A_f\,\sigma_c\,(h_0 - a') + 0{,}4\,bh_0'^2 R_i}{e'}\,; \tag{111}$$

totodată, dacă excentricitatea este

$$e' \leqslant 0{,}15\,h_0$$

verificarea trebue să se facă în toate cazurile; dacă excentricitatea este

$$0{,}3\,h_0 \geqslant e_0 > 0{,}15\,h_0,$$

verificarea trebue să se facă în toate cazurile când se folosesc betoane de mărci joase (sub 110), iar pentru betoane dela marca 110 în sus, verificarea se va face numai la un procent de armare mai mare decât 2% (armătura comprimată A'_f).

Ca valoare definitivă a forței normale de rupere trebue luată valoarea minimă dintre cele două valori care se obțin din formulele (105) și (111).

Dacă trebue considerată și influența flexibilității (când $l_f/h \geqslant 10$), forța normală de rupere se determină cu ajutorul formulelor (105)—(110), prin aproximări succesive.

81. Armătura simetrică trebue să se folosească în special când eforturile sunt apropiate ca valoare, dar diferite ca semn, cum și în cazurile când sec-

Scanned with OKEN Scanner

ţiunea totală a armăturii simetrice depăşeşte cu maximum 5% suma secţiunilor de armătură $A_f + A'_f$ dintr'o proiectare cu armare nesimetrică.

82. Elementele comprimate excentric, cu secţiune dreptunghiulară, cu armătura simetrică, se calculează în modul următor:

a) Dacă

$$\frac{cN}{bh_0 R_i} \leqslant 0{,}55 \tag{112}$$

secţiunile de armătură se determină cu formula (113)

$$A_f = A'_f = \frac{e - h_0\left(1 - 0{,}5\,\frac{cN}{bh_0 R_i}\right)}{h_0 - a'} \cdot \frac{cN}{\sigma_c} \tag{113}$$

iar dacă

$$\frac{cN}{bh\,R_i} \leqslant \frac{2a'}{h_0}, \tag{114}$$

calculul se face cu formula (115):

$$A_f = A'_f = \frac{cN}{\sigma_c}\left(\frac{e}{h_0 - a'} - 1\right). \tag{115}$$

b) Dacă

$$\frac{cN}{bh_0 R_i} > 0{,}55, \tag{116}$$

cţiunile de armătură se determină cu formula (117)

$$A_f = A'_f = \frac{cNe - 0{,}4\,bh_0^2 R_i}{\sigma_c\,(h_0 - a')} \tag{117}$$

c) Fiind date: secţiunea elementului, excentricitatea, secţiunea armăturii şi mărcile betonului şi oţelului, forţa normală de rupere se determină cu formula (118)

$$cN = \frac{0{,}4\,bh_0^2 R_i + A'_f \sigma_c\,(h_0 - a')}{e} \tag{118}$$

Dacă valoarea obţinută este:

$$\frac{cN}{bh_0 R_i} \leqslant 0{,}55$$

forţa normală de rupere trebue să se determine din nou cu formula (119):

$$\frac{cN}{bR_i} = h_0 - e + \sqrt{(h_0 - e)^2 + \frac{2A_f \sigma_c\,(h_0 - a')}{bR_i}} \tag{119}$$

Dacă prin această valoare se ajunge la:

$$\frac{cN}{bh_0 R_i} \leqslant \frac{2a'}{h_0},$$

Scanned with OKEN Scanner

forța normală de rupere se va determina cu formula (119 a)

$$cN = \frac{A_f \sigma_c}{\frac{e}{h_0 - a'} - 1} \qquad (119\ a)$$

Dacă trebue să se țină seama de influența flexibilității (când $l_f/h \geqslant 10$), forța normală de rupere cN se determină cu ajutorul formulelor (118) și (119), prin aproximări succesive.

Pentru calculul elementelor comprimate excentric, cu secțiune dreptunghiulară, cu armătură simetrică, se recomandă folosirea tabelelor 26 și 27 din Anexa 2.

83. Când se consideră flexibilitatea, la elementele comprimate excentric, cu secțiune dreptunghiulară (când $l_f/h > 10$), în formulele dela punctele 77—82 [cu excepția formulelor (93), (99) și (111)], când se determină mărimile e și e', valoarea excentricității e_0 se înmulțește cu coeficientul m [v. punctul 75 (80)].

Când calculul se face cu formulele (93), (99) și (111), excentricitatea e_0 nu se mai sporește, independent de flexibilitatea elementului.

D. Elemente cu secțiune în T

84 (76). Elementele comprimate excentric, cu secțiunea în T și cu placa situată în partea mai comprimată a secțiunii, se calculează astfel:

a) pentru $h_p < 0{,}1h_0$, placa nu se ia în considerație și calculul se face ca pentru o secțiune cu lățimea b;

b) pentru $h_p \geqslant 0{,}1h_0$, placa comprimată se introduce în calcul.

85. Se recomandă ca elementele cu secțiunea în T, comprimate excentric, să se calculeze conform următoarelor indicații:

a) Când

$$\frac{cNe - A_f' \sigma_c (h_0 - a')}{bh_0^2 R_i} < B_{0p}, \qquad (120)$$

unde

$$B_{0p} = \frac{h_p b_p}{h_0 b}\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right) \qquad (120\ a)$$

axa neutră trece prin placă și secțiunea în T se calculează ca o secțiune dreptunghiulară de lățime b_p.

b) Când

$$\frac{cNe}{bh_0^2 R_i} > B_{0c}, \qquad (121)$$

unde

$$B_{0c} = 04\left[1 + 2\frac{n_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right)\right] \qquad (121\ a)$$

este nevoie și de armătură comprimată, a cărei secțiune se determină cu formula (122):

$$A_f' = \frac{cNe - B_{0c} bh_0^2 R_i}{\sigma_c (h_0 - a')} \qquad (122)$$

Scanned with OKEN Scanner

Secțiunea armăturii A_f se determină cu formula (123):

$$A_f = \alpha_c \frac{R_i}{\sigma_c} b h_0 + A'_f - \frac{cN}{\sigma_c}, \tag{123}$$

unde

$$\alpha_c = 1 + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right) - 0{,}45\sqrt{1 + 2\frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right)}. \tag{123 a}$$

c) Când

$$\frac{cNe}{bh_0^2 R_i} \leqslant B_{0c} \tag{124}$$

nu mai este nevoie de armătura comprimată A'_f.

86. Dacă, din motive constructive, armătura A'_f, a cărei secțiune trebue să fie în toate cazurile, cel puțin egală cu valoarea obținută de formula (122), trebue să fie sporită, cum și în cazul când armătura A'_f este dată, secțiunea armăturii A_f se determină astfel:

a) dacă este respectată condiția (120) — calculul se face ca pentru o secțiune dreptunghiulară, cu lățimea b_p ;

b) când condiția (120) nu este respectată, calculul se face cu formula (125); totodată, dacă armătura A'_f nu există, în formulele (125) și (126) valoarea ei se ia egală cu zero:

$$A_f = A_{f1} + (b_p - b)\, h_p \frac{R_i}{\sigma_c} + A'_f - \frac{cN}{\sigma_c}. \tag{125}$$

unde A_{f1} este secțiunea armăturii, care se determină ca și în cazul elementelor încovoiate, cu secțiune dreptunghiulară, având lățimea b pentru momentul cM_I; valoarea momentului cM_I se determină cu formula (126);

$$cM_I = cNe - cM_{fi} - A'_f \sigma_c (h_o - a'). \tag{126}$$

unde cM_{fi} este momentul pe care-l preiau părțile laterale ale plăcii și care se determină cu formula (127):

$$cM_{fi} = B_{0sb}\, bh_0^2 R_i = \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right) bh_0^2 R_i, \tag{127}$$

în care

$$B_{0sb} = \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right). \tag{127 a}$$

87. Dacă valoarea lui A_f, calculată cu formula (125), este negativă și, prin urmare, nu este nevoie de armătura întinsă, armătura A trebue verificată suplimentar, prin formula (128):

$$A_f \geqslant \frac{cN(h_0 - a' - e) - R_{pr} S'_0}{\sigma_c (h_0 - a')} \tag{128}$$

totodată valoarea lui S'_0 trebue să se ia cel mult egală cu $0{,}55\, bh_0^2$.

88. Se recomandă ca rezistența elementelor cu secțiunea în T, comprimate, excentric, să se verifice prin aproximări succesive.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru calculul secțiunilor în T se recomandă folosirea tabelelor 21, 22 și 28 din Anexa 2.

89. Când se ține seamă de flexibilitatea elementelor comprimate excentric cu secțiunea în T, în formulele (120), (121), (122), (124) și (126) valoarea lui e se ia astfel;

$$e = e_0 m + \frac{h}{2} - a. \tag{129}$$

Independent de flexibilitatea elementului, valoarea lui e din formula (128) se ia astfel:

$$e = e_0 + \frac{h}{2} - a \tag{130}$$

E. Elemente cu secțiune inelară (tubulară)

90. Pentru elementele comprimate excentric, cu secțiunea inelară (tubulară), armate cu cel puțin șase bare cu secțiune egală, uniform repartizate pe perimetru, se recomandă următorul mod de calcul (fig. 10):

Cazul 1.

când $$n_1 = \frac{cN}{AR_i} \leqslant 0{,}5 \tag{131}$$

calculul se face cu formula (132):

$$cNe_0 m = \frac{1}{\pi}\left(R_i A \frac{r_1 + r_2}{2} + 2A_f \sigma_c r_m\right) \sin \frac{\pi (cN + A_f \sigma_c)}{R_i A + 2 A_f \sigma_c}. \tag{132}$$

Pentru calculul elementelor cu secțiune inelară, comprimate excentric și care corespund cazului 1, se recomandă folosirea tabelei 29 din anexa 2.

Cazul 2.

când $$n_1 = \frac{cN}{AR_i} > 0{,}5 \tag{133}$$

calculul se face cu formula (134)

$$cN (e_0 m + r_m) = \left(R_{pr} A + \frac{2}{3} A_f \sigma_c\right) r_m. \tag{134}$$

Când se cunoaște secțiunea de beton, secțiunea întregii armături A_f se determină cu formula (135)

$$A_f = 1{,}5 \frac{cN\left(\frac{e_0 m}{r_m} + 1\right) - R_{pr} A}{\sigma_c}. \tag{135}$$

Când flexibilitatea elementelor cu secțiune inelară, comprimate excentric, este $l_f/d < 8$, coeficientul m se ia egal cu unitatea.

Scanned with OKEN Scanner

F. Elemente cu secţiune circulară

91. Pentru elementele comprimate excentric, cu secţiunea circulară, armate cu cel puţin şase bare de aceeaşi secţiune, uniform repartizate pe perimetru, se recomandă următorul mod de calcul:

Cazul 1.

$$\varphi \leqslant 95^\circ \tag{136}$$

(unde φ este jumătate din unghiul la centru care cuprinde zona comprimată a secţiunii elementului).

Valoarea forţei normale de rupere cN se determină prin rezolvarea ecuaţiilor (137) şi (138):

$$cN - \frac{\varphi - \sin\varphi\cos\varphi}{\pi} R_i\, A + \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi}\right) A_f\, \sigma_c = 0. \tag{137}$$

$$cN\,(e_0\, m + r_m) = \frac{\sin^3\varphi}{3\,\pi} R_i\, Ad + \frac{\sin\varphi}{\pi}(d - 2a)\, A_f\, \sigma_c = 0. \tag{138}$$

Cazul 2.

Când

$$\varphi > 95^\circ \tag{139}$$

calculul se face cu formula (140):

$$cN\,(e_0\, m + r_m) = \left(R_{pr}\, A + \frac{2}{3}\sigma_c\, A_f\right) r_m\,. \tag{140}$$

Când se cunoaşte secţiunea elementului, secţiunea întregii armături A_f se poate determina cu formula (135).

Când flexibilitatea elementelor comprimate excentric, cu secţiune circulară, este $l_f/d < 8$, coeficientul m se ia egal cu unitatea.

Pentru calculul elementelor comprimate excentric, cu secţiune circulară, se recomandă folosirea tabelelor 30 şi 31 din anexa 2.

G. Compresiune excentrică oblică

92 (82). In calculul elementelor comprimate excentric, supuse simultan la acţiunea sarcinii normale N şi a momentelor încovoietoare după ambele direcţii principale (compresiune excentrică oblică), trebue să fie satisfăcută următoarea condiţie:

$$\frac{1}{\frac{1}{c_x} + \frac{1}{c_y} - \frac{1}{c_0}} \geqslant c \tag{141}$$

unde: c_0 este coeficientul de siguranţă, considerând secţiunea solicitată numai de sarcina normală N, aplicată concentric;

c_x — coeficientul de siguranţă, considerând secţiunea solicitată numai de sarcina normală N şi momentul M_x;

c_y — coeficientul de siguranţă, considerând secţiunea solicitată numai de sarcina normală N şi momentul M_y;

c — coeficientul de siguranţă luat din tabela 2.

Scanned with OKEN Scanner

H. Dimensiunile normate ale stâlpilor

93. Pentru unificarea dimensiunilor secțiunilor stâlpilor din beton armat monolit, comprimați centric sau excentric, se va urmări adoptarea următoarelor dimensiuni:

Pentru elemente libere

a) *Stâlpi dreptunghiulari sau pătrați.* Dimensiunile laturilor stâlpilor drept unghiulari sau pătrați se vor lua din 5 în 5 cm, până la 80 cm, apoi din 10 în10 cm

b) *Stâlpi circulari sau poligonali.* Diametrul stâlpilor rotunzi sau diametru cercului înscris la stâlpii poligonali se va lua din 5 în 5 cm pentru stâlpii până la 80 cm și din 10 în 10 cm, pentru stâlpii mai mari.

c) *Stâlpi de formă oarecare.* Stâlpii de o formă oarecare (L, T, dublu T, U etc) vor avea dimensiunile laturilor secțiunii transversale multiplu de 5 cm.

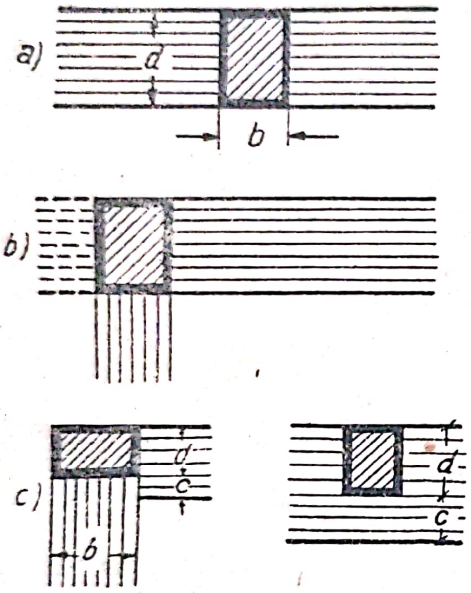


Fig. 15

Pentru stâlpii înglobați în zidărie

a) Latura d (fig. 15 *a*) pe grosimea zidăriei, a stâlpilor dreptunghiulari, va fi începând dela 25 cm, multiplu de grosime de zidărie rotunjit la 35,50,60,75,85,100 cm etc. cealaltă latură (*b*) va avea dimensiunile admise pentru stâlpii liberi.

b) Laturile stâlpilor de colț sau dela ramificații, încrucișări de ziduri etc. vor fi pe fiecare direcție multiplu de zidărie rotunjit la 25, 35, 50, 60, 75, 85, 100 cm (fig. 15 *b*).

c) Se admite ca dimensiunea «*d*» să fie mai mică decât a zidăriei; se va respecta însă condițiunea ca plinul «*c*» de zidărie rămas (fig. 15 *c*) să fie multiplu rotunjit de 1/2 cărămidă, astfel ca dimensiunea stâlpului să rezulte 25 cm, apoi 35, 50, 60, 75, 85 cm etc.

VI. ELEMENTE INTINSE EXCENTRIC

Elemente cu secțiuni simetrice de orice formă

93 (83). Calculul elementelor întinse excentric, cu secțiunea de orice formă simetrică, se face astfel:

Cazul 1.

Forța longitudinală este aplicată între centrele de greutate ale celor două armături A_f și A'_f (fig. 16).

Secțiunea armăturilor, în acest caz, se determină cu formulele (142) și (143).

$$A_f = \frac{cNe'}{(h_0 - a')\sigma_c}, \qquad (142)$$

Scanned with OKEN Scanner

în care

$$e' = \frac{h}{2} - e_0 - a'. \qquad (142\ a)$$

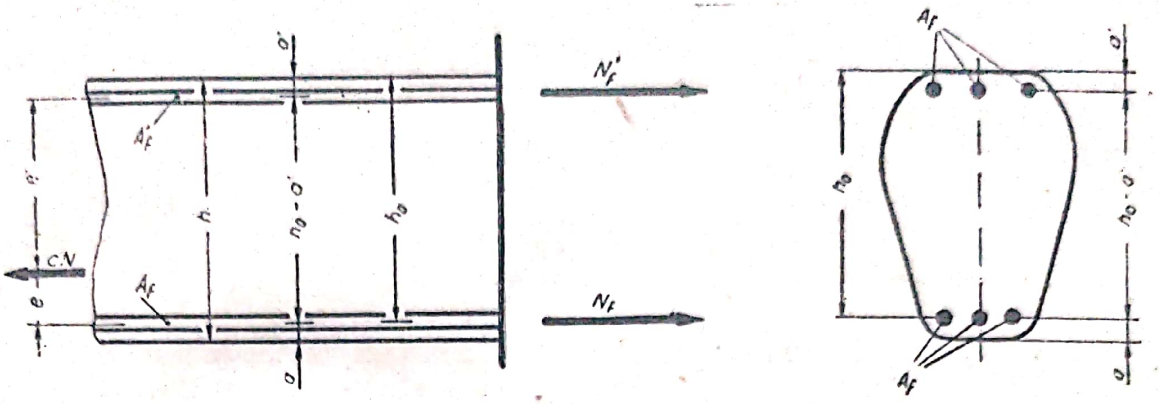


Fig. 16

$$A'_f = \frac{cNe}{(h_0 - a')\,\sigma_c}. \qquad (143)$$

în care

$$e = \frac{h}{2} - e_0 - a \qquad (143\ a)$$

Cazul 2.

Forța longitudinală N este aplicată în afara centrelor de greutate ale armăturilor A_f și A'_f (fig. 17).

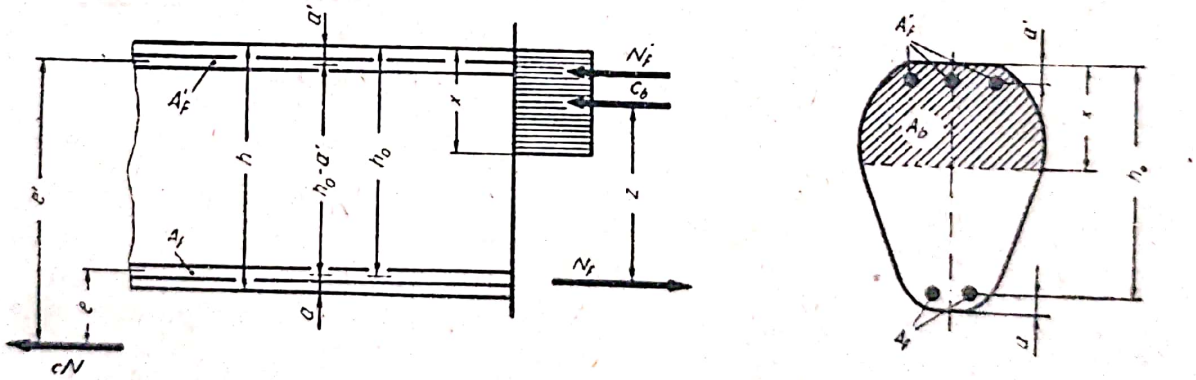


Fig. 17

In acest caz se aplică formulele (144) și (145):

$$cNe = A_b R_i\, z + A'_f \sigma_c\,(h_0 - a') \qquad (144)$$

$$cN = (A_f - A'_f)\,\sigma_c - A_b R_i \qquad (145)$$

iar, afară de aceasta, trebue să mai avem

$$S_b \leqslant 0{,}8\, S_0, \qquad (146)$$

$$z \leqslant h_0 - a'. \qquad (147)$$

94 (84). Calculul secţiunilor dreptunghiulare, supuse la întindere excentrică, se face astfel:

Cazul 1, cu formulele (142) şi (143).

Cazul 2, cu formulele (148) şi (149).

$$cNe = R_i bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + A'_f \sigma_c (h_0 - a') \tag{148}$$

$$cN = (A_f - A'_f)\sigma_c - R_i \cdot bx \tag{149}$$

în care trebue să avem:

$$x \leqslant 0{,}55\, h_0, \tag{150}$$

$$x \geqslant 2a'. \tag{151}$$

95. Forţa normală de rupere cN se determină atunci când se cunosc secţiunea dreptunghiulară a elementului, excentricitatea, secţiunile de armătură A_f şi A'_f, cum şi marca betonului şi a oţelului pentru cazul 1 de întindere excentrică, luându-se valoarea minimă dintre cele două valori obţinute din formulele (152) şi (153):

$$cN = \frac{A_f \sigma_c (h_0 - a')}{\frac{h}{2} + e_0 - a'} \tag{152}$$

$$cN = \frac{A'_f \sigma_c (h_0 - a')}{\frac{h}{2} - e_0 - a}. \tag{153}$$

96. Se recomandă ca secţiunile armăturilor A_f şi A'_f, în secţiunile dreptunghiulare din cazul 2 de întindere excentrică $\left(\text{când } e_0 > \frac{h}{2} - a\right)$, să se determine cu formulele (154) şi (155):

$$A'_f = \frac{cNe - 0{,}4\, b\, h_0^2 R_i}{\sigma_c (h_0 - a')} \tag{154}$$

$$A_f = \frac{cN + 0{,}55\, b\, h_0 R_i}{\sigma_c} + A'_f. \tag{155}$$

Notă. Dacă valoarea lui A'_f, obţinută din formula (154), rezultă negativă şi, prin urmare, armătura comprimată nu reiese din calcul ca fiind necesară, atunci secţiunea de armătură întinsă A_f se determină cu formula (156), în care valorile lui A'_f se iau egale cu zero.

97. Dacă, din motive constructive, se cere o sporire a secţiunii de armătură A'_f, precum şi în cazul când este dată secţiunea de armătură A'_f, a cărei valoare nu trebue să depăşească pe cea obţinută cu formula (154), secţiunea necesară de armătură A_f se determină cu formula (156):

$$A_f = A_{fI} + A'_f + \frac{cN}{\sigma_c}, \tag{156}$$

unde A_{fI} este secţiunea de armătură care se determină ca pentru un element încovoiat, simplu armat, calculat pentru momentul cM_I.

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea momentului cM_I se determină cu formula (157):

$$cM_I = cNc - A_f' \sigma_c (h_0 - a'). \tag{157}$$

In cazurile când avem

$$cM_I < 2a' (h_0 - a') b R_i \tag{158}$$

adică dacă $x < 2a'$, secțiunea armăturii A_f se determină cu formula (159):

$$A_f = \frac{cN}{\sigma_c} \left(\frac{e}{h_0 - a'} + 1 \right). \tag{159}$$

VII. ELEMENTE SUPUSE LA TORSIUNE ȘI LA ÎNCOVOIERE CU TORSIUNE

98 (86). Valoarea eforturilor unitare principale de întindere, rezultate din solicitarea la torsiune a elementelor cu secțiunea dreptunghiulară, se determină cu formula (160):

$$\sigma_1 = \frac{M_t}{0{,}4\, b^2 h}, \tag{160}$$

unde M_t este momentul de torsiune;
b — latura mică a elementului;
h — latura mare a elementului.

99 (87). Valoarea totală a eforturilor unitare principale de întindere din torsiune și încovoiere trebue să satisfacă condiția (161).

$$\Sigma \sigma_1 \leqslant \frac{R_i}{7}. \tag{161}$$

100 (88). Porțiunile elementelor la care valoarea totală a eforturilor unitare principale de întindere satisface condiția (162) se armează constructiv:

$$\Sigma \sigma_1 \leqslant \frac{R_t}{c_1} \tag{162}$$

101 (89). Pe porțiunile elementelor la care valoarea totală a eforturilor unitare principale de întindere, din torsiune și încovoiere, este cuprinsă între limitele

$$\frac{R_t}{c_1} < \Sigma \sigma_1 \leqslant \frac{R_i}{7} \tag{163}$$

tot momentul de torsiune trebue să fie preluat prin armături.

In acest caz, secțiunea necesară de etrieri și armături ridicate pentru preluarea eforturilor unitare principale de întindere, datorită încovoierii, se determină cu formulele (74) și (75).

102 (90). Când momentul de torsiune se preia printr'o armătură sub formă de spirală (fretă), secțiunea spirei se determină cu formula (164):

$$A_{fr} = \frac{cM_t}{2\sqrt{2}\, A_{bs}\, \sigma_e} \cdot s, \tag{164}$$

Scanned with OKEN Scanner

unde A_{bs} este secţiunea sâmburelui de beton (fig. 18), iar s este pasul spiralei, măsurat în lungul axului elementului.

Când momentul de torsiune se preia prin etrieri şi armătură longitudinală suplimentară, secţiunea acestora, pentru fiecare latură a secţiunii transversale a elementului, se obţine cu formula (165):

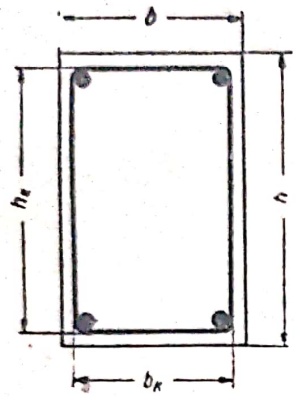


Fig. 18

$$A_e = A_l = \frac{cM_t}{2A_{bs} \cdot \sigma_c} \cdot a, \qquad (165)$$

unde: A_e este acţiunea unui etrier;

A_l — secţiunea unei bare longitudinale;

a — distanţa dintre etrieri sau, respectiv, dintre barele longitudinale suplimentare.

Secţiunea totală a armăturii longitudinale suplimentare se determină cu formula (166);

$$A_{fl} = \frac{cM_t U_k}{2A_{bs} \cdot \sigma_c}, \qquad (166)$$

unde U_k este perimetrul sâmburelui ($U_k = 2b_k + 2h_k$).

Dacă semnul momentului de torsiune nu se schimbă, se admite armarea numai cu armătură longitudinală şi spirală.

103 (91). Etrierii elementelor supuse la torsiune sau la torsiune cu încovoiere se construiesc închişi, cu o petrecere a capetelor de 30 d, unde d este diametrul etrierului.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 1

Scanned with OKEN Scanner

I. CALCULUL ELEMENTELOR COMPRIMATE CENTRIC

A. Elemente armate cu bare longitudinale flexibile și cu etrieri

Calculul elementelor armate cu bare longitudinale și cu etrieri se face folosind formulele (1) și (1′) și tabela 13 din Anexa 2. In tabela 13 a fost calculată expresia $\frac{c\,N}{\varphi}$ pentru stâlpii din beton de marca 110, 140, 170 și 200, armați cu bare de oțel beton cu $\sigma_c = 2500$ kg/cm² și $\sigma_c = 3500$ kg/cm², având diferite secțiuni de beton dela 25×25 cm la 70×70 cm și diferite procente de armare variind între 0,5 și 3%.

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton b și h, secțiunea armăturilor A_f, sarcina axială N, marca betonului și oțelului armăturilor.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță c.

Din formula (1), în cazul când procentul de armare longitudinală este mai mic sau egal cu 3%, se găsește

$$c = \frac{\varphi\,(R_{pr}\,A_b + \sigma_c\,A_f)}{N}$$

In cazul când procentul de armare este mai mare decât 3%, din formula (1′)

$$c = \frac{\varphi\,[R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,A_f]}{N}$$

Cazul B. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton b și h, secțiunea armăturilor A_f, coeficientul de siguranță c, marca betonului și oțelului armăturilor.

Se cere să se determine sarcina admisibilă N.

Dacă procentul de armare $\mu\%$ este mai mic sau egal cu 3%, din formula (1) se găsește:

$$N = \frac{\varphi\,(R_{pr}\,A_b + \sigma_c\,A_f)}{c}$$

Dacă procentul de armare este mai mare decât 3%, din formula (1′) se găsește:

$$N = \frac{\varphi\,[R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,A_f]}{c}$$

Scanned with OKEN Scanner

Cazul C. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton b și h, sarcina axială N, coeficientul de siguranță c, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se determine secțiunea armăturilor A_f.

In cazul când procentul de armare este mai mic sau egal cu 3%

$$A_f = \frac{\frac{c\,N}{\varphi} - R_{pr}\,A_b}{\sigma_c}$$

Dacă procentul de armare este mai mare ca 3%

$$A_f = \frac{\frac{c\,N}{\varphi} - R_{pr}\,A_b}{\sigma_c - R_{pr}}$$

Cazul D. Se dau: sarcina axială N, coeficientul de siguranță c, marca betonului și a armăturilor.

Se cere să se determine secțiunea betonului și a oțelului armăturilor.

Cum pentru determinarea secțiunii betonului și a armăturilor nu există decât o singură relație, pentru rezolvarea problemei se fixează întâi procentul de armare $\mu\%$.

Secțiunea necesară a betonului va fi:

— pentru $\mu\% \leqslant 3\%$

$$A_b = \frac{c\,N}{\varphi\,(R_{pr} + \mu\,\sigma_c)}$$

— pentru $\mu\% > 3\%$

$$A_b = \frac{c\,N}{\varphi\,[R_{pr} + \mu\,(\sigma_c - R_{pr})]}$$

După determinarea secțiunii necesare a betonului și alegerea unei secțiuni cu dimensiuni normale (conform punctului 93), cunoscând pe A_b efectiv, se determină secțiunea armăturilor A_f:

— pentru $\mu\% \leqslant 3\%$

$$A_f = \frac{\frac{c\,N}{\varphi} - R_{pr}\,A_b}{\sigma_c}$$

— pentru $\mu\% > 3\%$

$$A_f = \frac{\frac{c\,N}{\varphi} - R_{pr}\,A_b}{\sigma_c - R_{pr}}$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 1. Se dau: $b = h = 35$ cm; $A_f = 4 \varnothing 20$ mm; $\varphi = 1$; $N = 70$ t; beton marca 110; armături din oțel OLX00.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță c.

Din tabela 1, pentru beton de marca 110, $R_{pr} = 88$ kg/cm²

Scanned with OKEN Scanner

Conform punctului 3 din « Instrucţiuni » pentru armături din oţel OLX00, $\sigma_c = 2500$ kg/cm².

$A_b = 35 \times 35 = 1225$ cm²

$A_f = 12{,}56$ cm² (din tabela 33)

Procentul de armare,

$$\mu\% = \frac{A_f}{bh} 100 = \frac{12{,}56}{35 \times 35} 100 = 1{,}025\% < 3\%$$

Coeficientul de siguranţă

$$c = \frac{R_{pr} A_b + \sigma_c A_f}{N} = \frac{88 \times 1225 + 2500 \times 12{,}56}{70.000} = 2$$

Exemplul 2. Se dau: $b = 30$ cm, $h = 40$ cm, $A_f = 6 \varnothing 16$ mm; coeficientul de siguranţă $c = 2{,}2$, coeficientul de flambaj $\varphi = 1$; beton marca 170; armături din oţel OL38.

Se cere să se determine sarcina admisibilă N.

Din tabela 1, pentru beton marca 170, $R_{pr} = 125$ kg/cm².

Pentru armături din oţel OL38 şi beton de marca 170, limita de curgere de calcul $\sigma_c = 2850$ kg/cm² (punct 3 din « Instrucţiuni »).

$A_b = 30 \times 40 = 1200$ cm²

$A_f = 12{,}06$ cm² (din tabela 33)

Procentul de armare

$$\mu\% = \frac{A_f}{bh} 100 = \frac{12{,}06}{30 \times 40} 100 = 1{,}01\% < 3\%$$

Sarcina admisibilă

$$N = \frac{R_{pr} A_b + \sigma_c A_f}{c} = \frac{125 \times 1200 + 2850 \times 12{,}06}{2{,}2} = 84.000 \text{ kg}$$

Exemplul 3. Se dau: secţiunea betonului 50×50 cm; sarcina axială $N = 340$ t; coeficientul de siguranţă $c = 1{,}8$; coeficientul de flambaj $\varphi = 1$; beton marca 200; armături din oţel OL38.

Se cere să se determine secţiunea armăturilor A_f.

Din tabela 1, pentru beton marca 200, $R_{pr} = 145$ kg/cm².

Pentru armături din oţel OL38 şi beton de marcă 200, limita de curgere de calcul $\sigma_c = 2850$ kg/cm²

$$A_b = 50 \times 50 = 2500 \text{ cm}^2$$

Cum nu se cunoaşte procentul de armare, se face ipoteza că $\mu\% < 3\%$. Secţiunea armăturilor este în acest caz:

$$A_f = \frac{\frac{cN}{\varphi} - R_{pr} A_b}{\sigma_c} = \frac{1{,}8 \times 340.000 - 145 \times 2500}{2850} = 87{,}7 \text{ cm}^2$$

Procentul de armare

$$\mu\% = \frac{87{,}7}{2500} 100 = 3{,}5\% > 3\%;$$

pentru determinarea secţiunii armăturilor trebue deci folosită formula

$$A_f = \frac{\frac{cN}{\varphi} - R_{pr} A_b}{\sigma_c - R_{pr}} = \frac{1{,}8 \times 340000 - 145 \times 2500}{2850 - 145} = 92{,}3 \text{ cm}^2$$

Scanned with OKEN Scanner

Se aleg 10 ∅ 35 mm = 96,2 cm²
Procentul de armare efectiv

$$\mu\% = \frac{96,2}{2500} 100 = 3,85\%$$

Exemplul 4. Se dau: sarcina axială $N = 87$ t; coeficientul de siguranță $c = 1,8$; lungimea de flambaj $l_f = 5,00$ m marca betonului 250; armături din oțel OLX52.

Se cere să se determine secțiunea betonului și a armăturilor.

Pentru beton marca 250, $R_{pr} = 175$ kg/cm².

Pentru armături din oțel OLX52, beton de marcă 250 și armături sub 20 mm, limita de curgere de calcul se ia $\sigma_c = 3500$ kg/cm² (punctul 3 din « Instrucțiuni »).

Se alege procentul de armare cca 1%.

Secțiunea betonului (fără considerarea flambajului) se determină cu formula

$$A_b = \frac{cN}{(R_{pr} + \mu\sigma_c)} = \frac{1,8 \times 87000}{175 + 0,01 \times 3500} = 750 \text{ cm}^2$$

ceeace corespunde secțiunii normate de 25×30 cm. ($A_b = 750$ cm²) $\left[\frac{l_f}{b} = \frac{500}{25} = 20$, corespunde din tabela 4 $\varphi = 0,73$

Secțiunea de beton rezultă

$$A_b = \frac{cN}{\varphi(R_{pr} + \mu\sigma_c)} = \frac{750}{0,73} = 1030 \text{ cm}^2 \text{ adică } 30 \times 35 \text{ cm}$$

Coeficientul de flambaj rezultă

$$\frac{l_f}{b} = \frac{500}{30} = 16,75 \ldots . \varphi = 0,85$$

Secțiunea de beton corespunzătoare acestui coeficient de flambaj este

$$A_b = \frac{750}{0,85} = 880 \text{ cm}^2, \text{ adică } 30 \times 30 \text{ cm}$$

Deoarece coeficientul de flambaj se menține 0,85, secțiunea de beton definitivă este 30×30 cm ($A_b = 900$ cm²)

Secțiunea armăturilor se determină cu formula

$$A_f = \frac{\frac{cN}{\varphi} - R_{pr} A_b}{\sigma_c} = \frac{\frac{1,8 \times 87000}{0,85} - 175 \times 900}{3.500} = 7,7 \text{ cm}^2$$

4 ∅ 16 mm = 8,04 cm²

B. Elemente cu armătură rigidă (profile laminate) sau cu armături combinate

Calculul elementelor cu armătură rigidă (profile laminate) sau cu armături combinate (rigide și flexibile) se face cu formulele (1'') și (2).

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile secțiunilor de beton b și h, secțiunea armăturilor rigide A_p și a armăturilor flexibile A_f, sarcina axială N, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță c.

In cazul când procentul de armare este mai mic sau egal cu 3%, din formula (1'') se găsește

$$c = \frac{\varphi [R_{pr} A_b + \sigma_c (A_p + A_f)]}{N}$$

In cazul când procentul de armare este mai mare ca 3%, din formula (2) se găsește

$$c = \frac{\varphi [R_{pr} A_b + (\sigma_c - R_{pr}) (A_p + A_f)]}{N}$$

Cazul B. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton b și h, secțiunea armăturilor rigide A_p și a armăturilor flexibile A_f, coeficientul de siguranță c, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se determine sarcina admisibilă N.

Dacă procentul de armare este mai mic sau egal cu 3%, din formula (1''), se găsește:

$$N = \frac{\varphi [R_{pr} A_b + \sigma_c (A_p + A_f)]}{c}$$

Dacă procentul de armare este mai mare ca 3%, din formula (2) se găsește

$$N = \frac{\varphi [R_{pr} A_b + (\sigma_c - R_{pr}) (A_p + A_f)]}{c}$$

Cazul C. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton b și h, secțiunea armăturilor rigide A_p, sarcina axială N, coeficientul de siguranță c, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se determine secțiunea armăturilor flexibile A_f.

Dacă procentul de armare este mai mic sau egal cu 3%, din formula (1''):

$$A_f = \frac{\frac{cN}{\varphi} - R_{pr} A_b - \sigma c A_p}{\sigma_c}$$

Dacă procentul de armare este mai mare ca 3%, din formula (2):

$$A_f = \frac{\frac{cN}{\varphi} - R_{pr} A_b - (\sigma_c - R_{pr}) A_p}{\sigma_c - R_{pr}}$$

Cazul D. Se dau: secțiunea armăturilor rigide A_p, sarcina axială N, coeficientul de siguranță c, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se determine dimensiunile secțiunii de beton b și h și secțiunea armăturilor flexibile A_f.

Pentru rezolvarea problemei se pot folosi formulele (1'') și (2), în care se pun în evidență coeficienții de armare μ și μ_p.

In cazul când procentul de armare total μ_t %

$$\mu_t \% = \frac{A_p + A_f}{A_b} 100$$

Scanned with OKEN Scanner

este mai mic sau egal cu 3%:

$$cN = \varphi A_b [R_{pr} + \sigma_c (\mu_p + \mu)]$$

In cazul când procentul de armare total $\mu_t\%$ este mai mare ca 3%:

$$cN = \varphi A_b [R_{pr} + (\sigma_c - R_{pr}) (\mu_p + \mu)]$$

De obicei se alege procentul de armare $\mu\%$ și se determină secțiunea betonului A_b, ca apoi să se determine și secțiunea armăturilor flexibile A_f.

Cum însă μ_p este funcție tot de A_b, problema nu se poate rezolva decât prin încercări: se alege o secțiune a betonului A_b, se calculează μ_p și apoi valoarea expresiei

$$\varphi A_b [R_{pr} + \sigma_c (\mu_p + \mu)]$$

sau

$$\varphi A_b [R_{pr} + (\sigma_c - R_{pr}) (\mu_p + \mu)]$$

și se compară cu cN dat; prin încercări, se determină secțiunea de beton necesară, A_b, apoi A_f.

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 5. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton $b=h=40$ cm; armăturile rigide —2 U 24 STAS 564-49, $A_p = 84{,}6$ cm²; armăturile flexibile 4⌀20 mm, $A_f = 12{,}56$ cm²; sarcina axială $N=235$ t, provenită din sarcini fundamentale $Q_u/Q_g < 2$; coeficientul de flambaj $\varphi = 1$.

Betonul este de marcă 140, armăturile din oțel OL38.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță real.

Din tabela 1, pentru beton de marca 140, $R_{pr} = 108 \frac{kg}{cm^2}$

Pentru armături din oțel OL38, $\sigma_c = 2850$ kg/cm².

Coeficientul de siguranță necesar conform tabelului 2 și punctului 7 din « Instrucțiuni » $c = 1{,}85$ pentrucă coeficientul de armare $\mu > 0{,}05$

Secțiunea betonului $A_b = 40 \times 40 = 1600$ cm²

Procentul de armare

$$\mu\% = \frac{A_p + A_f}{A_b} 100 = \frac{84{,}6 + 12{,}56}{1600} 100 = 6{,}07\%$$

Coeficientul de siguranță real:

$$c = \frac{\varphi [R_{pr} A_b + (\sigma_c - R_{pr}) (A_p + A_f)]}{N}$$

$$c = \frac{108 \times 1600 + (2850 - 108) (84{,}6 + 12{,}56)}{235000} = 1{,}87 > 1{,}85$$

Exemplul 6. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton $b=h=60$ cm; armăturile rigide 2 U 16 STAS 564—49, $A_p = 2 \times 24 = 48$ cm²; armăturile flexibile 4⌀18 mm, $A_f = 20{,}3$ cm², coeficientul de siguranță $c = 2$; marca betonului 170, marca oțelului armăturilor OL38; coeficientul de flambaj $\varphi = 1$.

Se cere să se determine sarcina admisibilă N.

Pentru betonul de marcă 170, $R_{pr} = 125$ kg/cm²

Pentru armăturile din oțel OL38, $\sigma_c = 2850$ kg/cm²

Secțiunea betonului

$$A_b = 60 \times 60 = 3600 \text{ cm}^2$$

Scanned with OKEN Scanner

Secțiunea totală a armăturilor rigide și flexibile;

$$A_p + A_f = 48 + 20{,}3 = 68{,}3 \text{ cm}^2$$

Procentul total de armare

$$\mu_t \% = \frac{A_p + A_f}{A_b} 100 = \frac{68{,}3}{3600} 100 = 2{,}45\%$$

Procentul de armare fiind mai mic ca 3% sarcina admisibilă se calculează cu formula

$$N = \frac{\varphi \left[R_{pr} A_b + \sigma_c (A_p + A_f)\right]}{c}$$

$$N = \frac{108 \times [3600 + 2850 \times 68{,}3}{2} = 292.000 \text{ kg}$$

Exemplul 7. Se dau: dimensiunile secțiunii de beton $b = 40$ cm, $h = 50$ cm; secțiunea armăturilor rigide—un I 30 STAS 565—49 cu $A_p = 69{,}1$ cm²; sarcina axială $N = 280\,t$; coeficientul de siguranță $c = 2$; coeficientul de flambaj $\varphi = 1$.

Betonul este de marcă 200, armăturile din oțel OL38.

Se cere să se determine secțiunea armăturilor flexibile A_f.

Pentru beton de marcă 200, $R_{pr} = 145$ kg/cm²

Pentru armături din oțel OL38 $\sigma_c = 2850$ kg/cm²

Secțiunea betonului $A_b = 40 \times 50 = 2000$ cm²

Procentul de armare al armăturii rigide

$$\mu_p = \frac{A_p}{A_b} 100 = \frac{69{,}1}{2000} 100 = 3{,}96\% > 3\%$$

Pentru determinarea secțiunii armăturilor flexibile se aplică formula (pentru $\mu > 0{,}03$):

$$A_f = \frac{\frac{cN}{\varphi} - R_{pr} A_b - (\sigma_c - R_{pr}) A_p}{\sigma_c - R_{pr}}$$

$$A_f = \frac{\frac{2 \times 280000}{1} - 145 \times 2000 - (2850 - 145)\, 69{,}1}{2850 - 145}$$

$$A_f = 30{,}7 \text{ cm}^2$$

$$10 \varnothing 20 \text{ mm} = 31{,}40 \text{ cm}^2$$

Exemplul 8. Se dau: secțiunea armăturilor rigide 2 I 36 STAS 565—49, $A_p = 2 \times 97{,}1 = 194{,}2$ cm²; sarcina axială $N = 450000$ kg; coeficientul de siguranță $c = 1{,}8$; lungimea de flambaj $l_f = 8{,}00$ m.

Betonul de marcă 250; armăturile din oțel OL38.

Se cere să se determine dimensiunile secțiunii de beton și secțiunea armăturilor flexibile.

Se alege un procent de armare $\mu\% = 1\%$. Secțiunea betonului se determină prin încercări.

Cum secțiunea armăturilor rigide este relativ mare, este probabil că procentul de armare total va fi mai mare ca 3%; formula de calcul este următoarea:

$$cN = \varphi A_b \left[R_{pr} + (\sigma_c - R_{pr}) (\mu_p + \mu)\right]$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru betonul de marcă 250 $R_{pr} = 175$ kg/cm²
Pentru oțel OL38 $\sigma_c = 2850$ kg/cm²
Se încearcă cu secțiunea de beton de 45×45 cm

$$A_b = 45 \times 45 = 2025 \text{ cm}^2; \quad \frac{l_f}{b} = \frac{800}{45} = 18 \ldots \varphi = 0{,}80$$

$1{,}8 \times 450.000 = 810.000$ kg

$$0{,}8 \times 2025 \left[175 + (2850 - 175) \left(\frac{194{,}2}{2025} + 0{,}01 \right) \right] = 740.000 \text{ kg}$$

Se încearcă cu secțiunea normată de beton de 45×55 cm
$A_b = 45 \times 55 = 2475$ cm²

$$0{,}8 \times 2475 \left[175 + (2850 - 175) \left(\frac{194{,}2}{2475} + 0{,}01 \right) \right] = 813.000 \text{ kg}$$

Secțiunea armăturilor

$$A_f = 0{,}01 \times 2475 = 24{,}75 \text{ cm}^2$$

$8 \varnothing 20$ cm $= 25{,}1$ cm²

Cu aceste elemente:

$$N_r = cN = \varphi \left[R_{pr} A_b + (\sigma_c - R_{pr}) (A_p + A_f) \right]$$

$$N_r = cN = 0{,}8 \left[175 \times 2475 + (2850 - 175) (194{,}2 + 25{,}1) \right] = 814.000 \text{ kg}$$

Coeficientul de siguranță

$$c = \frac{814.000}{450.000} = 1{,}81 > 1{,}8$$

C. Elemente fretate

Calculul stâlpilor fretați cu spirală sau cu inele sudate se face cu formulele (3) și (3′) și anume:

— pentru stâlpii armați cu bare longitudinale flexibile

$$cN = R_{pr} A_{bs} + \sigma_c A_f + 2{,}5 \sigma_c A_{fs}, \tag{3}$$

— pentru stâlpii armați cu profile laminate sau cu armături combinate (profile laminate și armături flexibile),

$$cN = R_{pr} A_{bs} + \sigma_c (A_p + A_f) + 2{,}5 \sigma_c A_{fs}, \tag{3'}$$

în care

$$A_{fs} = \frac{\pi d_s A_s}{s}$$

Aplicarea acestor formule se face cu condițiile de calcul și constructive specificate la punctele 19 și 20.

Pentru stâlpii fretați, armați cu bare longitudinale flexibile, condiția dela punctul 19 — ca pentru aceeași secțiune de beton și pentru aceeași secțiune de armătură logitudinală, sarcina admisibilă pe stâlpul fretat nu trebue să depășească sarcina pe stâlpul considerat cu etrieri obișnuiți, cu mai mult decât 50%, se exprimă astfel:

$$A_i' \leqslant A_i$$

Scanned with OKEN Scanner

în care

$$A_i' = A_{bs} + \frac{\sigma_c}{R_{pr}} A_f + \frac{2{,}5\ \sigma_c}{R_{pr}} A_{fs}$$

(pentru stâlpul fretat)

$$A_i = A_b + \frac{\sigma_c}{R_{pr}} A_f$$

(pentru stâlpul obișnuit, cu etrieri).

Pentru simplificarea calculului stâlpilor fretați se poate folosi tabela 12 în care sunt date valorile expresiei

$\frac{R_{pr} + \mu\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s}{c}$ pentru $c = 2$, $\sigma_c = 2500$ kg/cm² și diferite mărci de beton.

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: secțiunea betonului A_b, secțiunea armăturii longitudinale A_f (și eventual A_p), armăturile transversale (A_s și s), sarcina axială N, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță c.

Ținând seama de acoperirea de beton necesară, se stabilește diametrul sâmburelui de beton fretat, d_s.

Se calculează secțiunea sâmburelui de beton fretat A_{bs}, cu formula

$$A_{bs} = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

Se calculează A_{fs} cu formula

$$A_{fs} = \frac{\pi d_s A_s}{s}$$

Se determină coeficientul de siguranță cu formulele:

— pentru stâlpii armați cu bare longitudinale flexibile

$$c = \frac{R_{pr} A_{bs} + \sigma_c A_f + 2{,}5\,\sigma_c A_{fs}}{N}$$

— pentru stâlpii armați cu profile laminate și armături flexibile

$$c = \frac{R_{pr} A_{bs} + \sigma_c (A_p + A_f) + 2{,}5\,\sigma_c A_{fs}}{N}$$

Cazul B. Se dau: secțiunea betonului A_b, secțiunea armăturilor longitudinale A_f (și eventual A_p), armăturile transversale (A_s și s), coeficientul de siguranță c, marca betonului și a armăturilor.

Se cere să se determine sarcina axială admisibilă N.

Se stabilește diametrul sâmburelui de beton fretat d_s.

Se calculează secțiunea sâmburelui de beton fretat A_{bs} cu formula

$$A_{bs} = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

Scanned with OKEN Scanner

Se calculează A_{fs} cu formula

$$A_{fs} = \frac{\pi d_s A_s}{s}$$

Se determină sarcina admisibilă N cu formulele:
— pentru stâlpii armați cu bare longitudinale flexibile

$$N = \frac{R_{pr} A_{bs} + \sigma_c A_f + 2{,}5 \sigma_c A_{fs}}{c}$$

— pentru stâlpii armați cu profile laminate și cu armături flexibile

$$N = \frac{R_{pr} A_{bs} + \sigma_c (A_p + A_f) + 2{,}5 \sigma_c A_{fs}}{s}$$

Cazul C. Se dau: secțiunea betonului A_b, secțiunea armăturilor longitudinale A_f (și eventual A_p), sarcina axială N, coeficientul de siguranță c, marca betonului și a armăturilor.

Se cere să se determine armăturile transversale necesare.

Se stabilește diametrul sâmburelui de beton fretat d_s.

Se calculează secțiunea sâmburelui de beton fretat A^b cu formula

$$A_{bs} = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

Se determină secțiunea A_{fs} cu formula
— pentru stâlpii armați cu bare longitudinale flexibile

$$A_{fs} = \frac{cN - R_{pr} A_{bs} - \sigma_c A_f}{2{,}5 \sigma_c}$$

— pentru stâlpii armați cu profile laminate și armături flexibile

$$A_{fs} = \frac{cN - R_{pr} A_{bs} - \sigma_c (A_p + A_f)}{2{,}5 \sigma_c}$$

Dacă se fixează pasul fretei, secțiunea ei A_s se determină din formula

$$A_s = \frac{A_{fs} \cdot s}{\pi d_s}$$

Dacă se fixează secțiunea fretei, pasul ei se determină din formula

$$s = \frac{\pi d_s A_s}{A_{fs}}$$

Cazul D. Se dau: sarcina axială N, coeficientul de siguranță c, procentele de armare $\mu\%$ și $\mu_s\%$, marca betonului și a oțelului armăturilor.

Se cere să se dimensioneze stâlpul fretat.

Din formula

$$cN = R_{pr} A_{bs} + \sigma_c A_f + 2{,}5 \sigma_c A_s$$

pusă sub forma

$$cN = A_{bs} (R_{pr} + \mu \sigma_c + 2{,}5 \mu_s \sigma_c)$$

Scanned with OKEN Scanner

în care

$$\mu = \frac{A_f}{A_{bs}} \text{ și } \mu_s = \frac{A_{fs}}{A_{bs}}$$

se determină suprafața necesară a sâmburelui de beton fretat A_{bs}

$$A_{bs} = \frac{cN}{R_{pr} + \mu\,\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\,\sigma_c} = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

și diametrul sâmburelui de beton, d_s

$$d_s = \sqrt{\frac{4\,cN}{\pi\,(R_{pr} + \mu\,\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\,\sigma_c)}} = 1{,}128\sqrt{A_{bs}}$$

Secțiunea armăturilor longitudinale

$$A_f = \mu\ A_{bs}$$

Secțiunea convențională a fretei

$$A_{fs} = \mu_s\ A_{bs}$$

In cazul când se fixează pasul fretei, secțiunea ei A_s se determină din formula

$$A_s = \frac{A_{fs}\ .\ s}{\pi\,d_s}$$

In cazul când se fixează secțiunea fretei, pasul ei se determină din formula

$$s = \frac{\pi\,d_s\ A_s}{A_{fs}}$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 9. Se dau: diametrul stâlpului $d = 45$ cm, secțiunea armăturilor longitudinale $A_f = 53{,}2$ cm², freta are $A_s = 0{,}79$ cm² $s = 7$ cm, sarcina axială $N = 200$ t, marca betonului 170, armăturile din oțel OLX00.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

Ținând seama de acoperirea cu beton necesară, de 2,5 cm, se determină $d_s = 42$ cm.

Secțiunea sâmburelui de beton fretat

$$A_{bs} = \frac{\pi\,d_s^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 42^2}{4} = 1380 \text{ cm}^2$$

Condiția ca A_{fs} să fie mai mare ca 25% din secțiunea armăturilor longitudinale este îndeplinită, căci

$$14{,}9 > 0{,}25 \times 53{,}2$$

Verificarea condiției ca sarcina admisibilă a stâlpului fretat să nu fie mai mare ca aceia a stâlpului obișnuit, cu etrieri, sporită cu 50%:

Secțiunea de beton a stâlpului considerat nefretat

$$A_b = \frac{\pi\,d^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 45^2}{4} = 1590 \text{ cm}^2$$

Scanned with OKEN Scanner

Sarcina admisibilă a stâlpului considerat nefretat: procentul de armare

$$\mu\% = \frac{53{,}2}{1590}\,100 = 3{,}3\% > 3\%$$

$$N = \frac{R_{pr}\,A_b + (\sigma_c - R_{pr})\,A_f}{c}$$

$$N = \frac{125 \times 1590 + (2500 - 125)\,53{,}2}{2} = 160.000 \text{ kg}$$

Se vede că

$$200.000 \text{ kg} < 1{,}5 \times 160.000 = 240.000 \text{ kg}$$

Coeficientul de siguranță

$$c = \frac{R_{pr}\,A_{bs} + \sigma_c\,A_f + 2{,}5\,\sigma_c\,A_{fs}}{N}$$

$$c = \frac{125 \times 1380 + 2500 \times 53{,}2 + 2{,}5 \times 2500 \times 14{,}9}{200.000} = 2$$

Exemplul 10. Se dau: sarcina axială $N=300$ t, coeficientul de siguranță $c=2$, procentele de armare $\mu\%=3\%$, $\mu_s\%=2\%$, marca betonului 200, marca oțelului armăturilor OLX00.

Se cere să se dimensioneze stâlpul.

Pentru betonul de marcă 200, $R_{pr} = 145$ kg/cm²

Pentru armături din oțel OLX00, $\sigma_c = 2500$ kg/cm²

$$\mu = \frac{A_f}{A_{bs}} = 0{,}03 \qquad \mu_s = \frac{A_{fs}}{A_{bs}} = 0{,}02$$

Suprafața necesară a sâmburelui de beton

$$A_{bs} = \frac{cN}{R_{pr} + \mu\,\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\,\sigma_c}$$

$$A_{bs} = \frac{2 \times 300.000}{145 + 0{,}03 \times 2500 + 2{,}5 \times 0{,}02 \times 2500} = 1740 \text{ cm}^2$$

Suprafața sâmburelui de beton se mai poate calcula folosind tabela 12 în care este dat termenul

$$\frac{R_{pr} + \mu\,\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\,\sigma_c}{c}$$

pentru diferite procente de armare și mărci de beton 250, se găsește (pentru $c=2$ și $\sigma_c = 2500$ kg/cm²

$$\frac{R_{pr} + \mu\,\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\,\sigma_c}{c} = 172{,}57$$

Secțiunea sâmburelui fretat este în acest caz

$$A_{bs} = \frac{300.000}{172{,}57} = 1740 \text{ cm}^2$$

Diametrul sâmburelui de beton

$$d_s = 1{,}128\sqrt{A_{bs}} = 1{,}128\sqrt{2100} = 51{,}6 \sim 52 \text{ cm}$$

Scanned with OKEN Scanner

Diametrul exterior al stâlpului va fi

$$d = 47 + 2 \times 1{,}5 = 50 \text{ cm}$$

Secţiunea armăturilor longitudinale

$$A_f = \mu A_{bs} = 0{,}03 \times 1740 = 52{,}2 \text{ cm}^2$$

Secţiunea convenţională a fretei

$$A_{fs} = \mu_s' A_{bs} = 0{,}02 \times 1740 = 34{,}8 \text{ cm}^2$$

Luând pasul fretei $s = 5$ cm, rezultă secţiunea ei din formula

$$A_s = \frac{A_{fs}\, s}{d_s} = \frac{34{,}8 \times 5}{3{,}14 \times 47} = 1{,}18 \text{ cm}^2$$

O fretă cu $\varnothing = 12$ mm are $A_s = 1{,}13$ cm^2

Condiţia pentru A_{fs} este îndeplinită căci

$$A_{fs} = 34{,}8 \text{ cm}^2 > 0{,}25\, A_f = 0{,}25 \times 52{,}2 = 13{,}1 \text{ cm}^2$$

Verificarea condiţiei de sarcină:

$$A_b = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 50^2}{4} = 1960 \text{ cm}^2$$

Sarcina admisibilă a stâlpului considerat nefretat

$$N = \frac{145 \times 1960 + 52{,}2\,(2500 - 145)}{2} = 203.500 \text{ kg}$$

Se vede că

$$300.000 \text{ kg} < 1{,}5 \times 203.500 = 305.000 \text{ kg}$$

II. CALCULUL ELEMENTELOR INTINSE CENTRIC

Calculul elementelor întinse centric armate cu bare obişnuite de oţel beton se face cu ajutorul formulei (5), dacă apariţia fisurilor în beton este admisă; pentru elemente întinse centric la care fisurarea betonului nu este admisă se face o verificare suplimentară cu formula (6). In cazul armării cu profile laminate (soluţie folosită uneori la tiranţi, suspensori, bare întinse în grinzi cu zăbrele şi altele), calculul se face cu formula (5′) dacă apariţia fisurilor în beton este admisă şi se verifică suplimentar cu formula (6′) dacă fisurarea betonului nu este admisă:

$$cN = \sigma_c A_p \qquad (5')$$

$$c_f N = R_t A_b + 200 A_p \qquad (6')$$

A_p fiind suprafaţa secţiunii transversale a profilului laminat folosit.

Verificarea suplimentară cu formula (6) respectiv (6′) nu mai este necesară dacă procentul de armare nu depăşeşte valoarea determinată cu formula (7).

Elementele de calcul se iau din tabelele 1, 2, 5 şi 33.

Scanned with OKEN Scanner

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dă forța de întindere N, marca oțelului și coeficientul de siguranță.

Se cere să se determine secțiunea de armătură întinsă, fisurarea betonului fiind admisă.

Calculul. Din formula (5) respectiv (5') se deduce secțiunea armăturii:

$$A_f = \frac{c\,N}{\sigma_c}\,;\quad A_p = \frac{c\,N}{\sigma_c}$$

Cazul B. Se dă secțiunea de armătură, marca oțelului și coeficientul de siguranță.

Se cere să se determine forța de care este capabil elementul întins centric, fisurarea betonului fiind admisă.

Calculul. Din formula (5) respectiv (5') se deduce forța de întindere N:

$$N = \frac{\sigma_c\,A_f}{c}\,;\quad N = \frac{\sigma_c\,A_p}{c}$$

Cazul C. Se dă forța de întindere N, marca betonului, marca oțelului, coeficientul de siguranță la rupere și coeficientul de siguranță la fisurare.

Se cere să se dimensioneze elementul întins centric (secțiunea de beton și de armătură), fisurarea betonului nefiind admisă.

Calculul. Din formula (5) respectiv (5') se deduce secțiunea armăturii. Secțiunea de beton se determină cu ajutorul formulei (6) respectiv (6')

$$A_b = \frac{c_f\,N - 200\,A_f}{R_t}\,;\; A_b = \frac{c_f\,N - 200\,A_p}{R}$$

Pentru cea mai bună utilizare a betonului și oțelului, se procedează astfel:

— se stabilește procentul de armare cu formula (7) sau se ia valoarea corespunzătoare din tabela 5 dacă coeficientul de fisurare este 1,3 și oțelul folosit are $\sigma_c = 2500$ kg/cm².

— cu ajutorul acestui procent de armare se determină secțiunea de beton cu formula următoare dedusă din (6) respectiv (6'),

$$A_b = \frac{c_f N}{R_t + 200\,\mu}$$

— secțiunea de armătură rezultă imediat

$$A_f = \mu A_b\,;\quad A_p = \mu A_b$$

Cazul D. Se dă secțiunea de beton, secțiunea de armătură, marca betonului și coeficientul de siguranță la fisurare.

Se cere să se determine forța de care este capabil elementul întins centric, fisurarea betonului nefiind admisă.

Calculul. Din formula (6) respectiv (6') se deduce forța de întindere N:

$$N = \frac{R_t\,A_b + 200\,A_f}{c_f}$$

$$N = \frac{R_t\,A_b + 200\,A_p}{c_f}$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 11. Se dau: $N=100$ t; oţel de marcă OL38; $c=1,8$
Se cere să se determine secţiunea de armătură întinsă, fisurarea betonului fiind admisă.
Calcul. Limita de curgere a oţelului fiind $\sigma_c = 2850$ kg/cm², secţiunea armăturii este

$$A_f = A_p = \frac{1,8 \times 100.000}{2.850} = 63 \text{ cm}^2$$

Exemplul 12. Se dau: $A_f=50,2$ cm²; oţel OL38; $c=2$.
Se cere să se determine forţa de care este capabil tirantul, fisurarea betonului fiind admisă.
Calcul. Limita de curgere a oţelului fiind $\sigma_c = 2850$ kg/cm², forţa de întindere este

$$N = \frac{2850 \times 50,2}{2} = 71,000 \text{ kg.}$$

Exemplul 13. Se dau: $N=50.000$ kg; beton B 140; oţel OLX00; $c_f = 1,3$; $c=2$.
Se cere să se determine secţiunea de beton A_b şi secţiunea de armătură A_f, fisurarea betonului nefiind admisă.
Calcul. Se determină secţiunea de armătură din formula (5):

$$A_f = \frac{2 \times 50.000}{2500} = 40 \text{ cm}^2$$

Secţiunea de beton se deduce cu ajutorul formulei (6), scoţând în prealabil valoarea lui R_t din tabela 1.

$$A_b = \frac{1,3 \times 50.000 - 200 \times 40}{13} = \frac{65.000 - 8.000}{13} = 4380 \text{ cm}^2$$

Calculul se poate face şi astfel:
— din tabela 5 se scoate, pentru $c=2$ şi B 140, valoarea maximă a procentului de armare pentru ca fisurarea betonului să fie evitată:

$$\mu\% = 0,91\%$$

— secţiunea de beton rezultă

$$A_b = \frac{1,3 \times 50.000}{13 + 200 \times \frac{0,91}{100}} = 4380 \text{ cm}^2$$

— secţiunea de armătură va fi

$$A_f = \frac{0,91}{100} \times 4380 = 40 \text{ cm}^2$$

Exemplul 14. Se dau: $A_b = 3000$ cm²; $A_f = 29,5$ cm²; beton B 170; $c_f = 1,3$.
Se cere să se determine forţa N, fisurarea betonului nefiind admisă.
Calcul. Din tabela 1 se scoate valoarea lui R_t corespunzătoare betonului B 170, apoi se calculează forţa N:

$$N = \frac{15 \times 3000 + 200 \times 29,5}{1,3} = 42300 \text{ kg}$$

Scanned with OKEN Scanner

III. CALCULUL ELEMENTELOR ÎNCOVOIATE

A. Secțiuni dreptunghiulare simplu armate

Calculul elementelor încovoiate de secțiune dreptunghiulară se face cu ajutorul tabelelor 14—17 din Anexa 2.

Tabelele conțin valorile coeficienților γ și B pentru calculul secțiunii elementelor de beton armat din betoane cu marca 90, 110, 140, 170 și 200 și armături de oțel cu limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm², 2850 kg/cm² și 3500 kg/cm².

Afară de aceasta în tabela 16, din anexa 2, se dau valorile coeficienților α, γ_0, r_0, B_0 pentru calculul secțiunilor cu elemente de beton și oțel de orice marcă.

Calculul elementelor încovoiate, cu ajutorul tabelelor, se face cu ajutorul formulelor de mai jos:

— pentru mărcile de beton și oțel standardizate

$$h_0 = r\sqrt{\frac{cM}{b}} \tag{20}$$

$$A_f = \mu\frac{bh_0}{100} \qquad A_f = \frac{cM}{\sigma_c z} \tag{167}$$

$$z = \gamma h_0 \tag{168}$$

$$M_r = cM = Bbh_0^2. \tag{21}$$

— pentru beton și oțel de orice marcă

$$h_0 = r_0\sqrt{\frac{cM}{bR_i}} \tag{169}$$

$$A_f = \frac{cM}{\sigma_c \gamma_0 h_0} \qquad A_f = \alpha b h_0 \frac{R_i}{\sigma_c} \tag{170}$$

$$\alpha = \frac{x}{h_0} = \frac{A_f\sigma_c}{bh_0R_i} \tag{171}$$

$$M_r = cM = B_0 bh_0^2 R_i \tag{172}$$

în care:

$$r = \frac{1}{\sqrt{R_i\frac{x}{h_0}\left(1 - 0{,}5\,\frac{x}{h_0}\right)}} \tag{173}$$

$$\gamma = 1 - 0{,}5\frac{x}{h_0} \tag{174}$$

$$B = \frac{x}{h_0}\left(1 - 0{,}5\,\frac{x}{h_0}\right)R_i \tag{21 a}$$

$$\alpha = \frac{x}{h_0} = \frac{A_f}{bh_0}\frac{\sigma_c}{R_i} = \mu\frac{\sigma_c}{R_i}. \tag{20 a}$$

Scanned with OKEN Scanner

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile secțiunii b și h, momentul încovoietor M; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea de armătură întinsă.

C a l c u l. Se calculează coeficientul

$$B = \frac{cM}{bh_0^2}.$$

In tabelele 14—17 din Anexa 2 pentru mărcile date de beton și oțel se găsește procentul de armare μ sau coeficientul γ, care corespunde valorii calculate pentru B.

Secțiunea armăturii va fi

$$A_f = \frac{\mu b h_0}{100} = \frac{cM}{\sigma_c \gamma h_0}.$$

Calculul se mai poate face și în modul următor:

Se calculează

$$r = \frac{h_0}{\sqrt{\frac{cM}{b}}}$$

și în tabelă se găsește valoarea lui μ sau coeficientul γ, corespunzători valorii obținute pentru r.

Cazul B. Se dau: lățimea b a secțiunii; procentul μ de armare; momentul încovoietor M; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine înălțimea secțiunii.

C a l c u l. In tabelele 14—17, din Anexa 2, pentru mărcile date de beton și oțel, se găsește valoarea lui r, corespunzătoare procentului de armare dat; înălțimea utilă necesară h_0 a secțiunii se determină prin formula :

$$h_0 = r\sqrt{\frac{cM}{b}}.$$

Dacă prin rotunjirea dimensiunilor înălțimii totale h a secțiunii, valoarea reală a lui h_0 se va schimba, atunci secțiunea necesară de armătură se poate calcula prin formula:

$$A_f = \frac{cM}{\gamma h_0 \sigma_c},$$

valoarea lui γ se ia din tabelele 14—17 din Anexa 2, pentru procentul de armare μ real.

Cazul C. Se dau: dimensiunile h și b ale secțiunii; secțiunea de armătură A_f; momentul încovoietor M; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Cu ajutorul dimensiunilor h și b ale secțiunii și a secțiunii de armătură A_f se determină procentul de armare μ:

$$\mu = \frac{A_f}{bh_0} \cdot 100,$$

Scanned with OKEN Scanner

din tabelele 14—17, din Anexa 2 pentru marca de beton şi oţel dată, se găsesc valorile coeficientului B, corespunzătoare valorii calculate pentru μ.

Coeficientul de siguranţă va fi:

$$c = \frac{Bb h_0^2}{M}.$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 15. Se dau: $M = 9{,}5$ tm; $b = 30$ cm; $h = 50$ cm; $c = 1{,}8$; beton de marca 110; oţel de marca OLX00

Se cere să se determine suprafaţa secţiunii de armătură A_f.

Calcul. Se calculează $h_0 = 50 - 3{,}5 = 46{,}5$ cm; din formulă se găseşte:

$$B = \frac{1{,}8 \times 950\,000}{30 \times 46{,}5^2} = 26{,}4 \text{ kg/cm}^2.$$

In tabela 15 din Anexa 2 pentru $Ri = 110$, la această valoare a lui B corespunde $\mu = 1{,}23\%$

$$A_f = \frac{1{,}23 \times 30 \times 46{,}5}{100} = 17{,}2 \text{ cm}^2.$$

Aceeaşi valoare a lui $\mu = 1{,}23\%$ s'ar fi putut obţine şi cu ajutorul tabelei 15 din Anexa 2, folosind valoarea coeficientului r:

$$r = \frac{46{,}5}{\sqrt{\frac{1{,}8 \times 950\,000}{30}}} = 0{,}194.$$

Exemplul 16. Se dau: $M = 0{,}3$ tm; beton de marca 110; oţel de marca OLX00; $c = 2$

Se cere să se determine grosimea plăcii, când se cunoaşte procentul de armare $\mu = 0{,}7\%$

Calcul. In tabela 15, Anexa 2, se găseşte coeficientul $r = 0{,}249$, care corespunde procentului de armare dat $\mu = 0{,}7\%$.

Se calculează $h_0 = 0{,}249 \sqrt{\frac{2 \times 30\,000}{100}} = 6{,}1$ cm; grosimea totală a plăcii $h = 6{,}1 + 1{,}4 = 7{,}5$ cm.

Grosimea plăcii se ia $d = 8$ cm

$$h_0 = 8 - 1{,}4 = 6{,}6 \text{ cm}.$$

Pentru precizarea secţiunii de armătură Af, înălţimea h_0 fiind cunoscută, în tabela 15, Anexa 2, se găseşte valoarea $\gamma = 0{,}920$ (pentru $r = 0{,}249$).

Secţiunea armăturii va fi:

$$A_f = \frac{2 \times 30\,000}{0{,}920 \times 6{,}6 \times 2500} = 3{,}75 \text{ cm}^2$$

Exemplul 17. Se dau: $M = 9{,}5$ tm; $b = 30$ cm; $h = 50$ cm; $Af = 17{,}4$ cm^2; beton de marca 140; oţel de marca OLX00.

Se cere să se determine coeficientul de siguranţă;

Calcul. Se calculează:

$$\mu = \frac{17{,}4}{30 \times 46{,}5} \cdot 100 = 1{,}25\%.$$

Din tabela 15, Anexa 2, se găseşte $B = 27{,}64$ (pentru $\mu = 1{,}25\%$).

Coeficientul de siguranţă va fi:

$$c = \frac{27{,}64 \times 30 \times 46{,}5^2}{950\,000} = 1{,}89.$$

Scanned with OKEN Scanner

B. Secţiuni dreptunghiulare dublu armate

Calculul elementelor încovoiate, de secţiune dreptunghiulară, dublu armată, se face cu ajutorul aceloraşi tabele ca şi calculul secţiunilor simplu armate.

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile b şi h ale secţiunii; momentul încovoietor M; coeficientul de siguranţă c; marca betonului şi marca oţelului.

Se cere să se determine secţiunea armăturii întinse A_f şi a celei comprimate A_f'.

C a l c u l. Se calculează coeficientul:

$$B = \frac{cM}{bh_0^2}. \tag{175}$$

Armătura comprimată este necesară, în acest caz, dacă valoarea calculată este $B > 0{,}375\ R_i$ (valorile lui $B_{max} = 0{,}375\ R_i$ din tabele sunt subliniate cu o linie groasă).

Dacă valorile lui B sunt $B > 0{,}5\ R_i$, atunci dimensiunile secţiunii sunt insuficiente pentru mărcile de beton date.

Secţiunea de armătură comprimată A_f' se determină prin formula:

$$A_f' = \frac{(B - B_{max})\ bh_0^2}{\sigma_c\ (h_0 - a')} \tag{176}$$

sau prin formula:

$$A_f' = \frac{cM - B_{max}\ bh_0^2}{\sigma_c\ (h_0 - a')} \tag{177}$$

Secţiunea armăturii întinse se determină prin formula:

$$A_f' = \frac{\mu_{max}\ bh_0}{100} + A_f', \tag{178}$$

unde μ_{max} este procentul maxim de armare al secţiunilor dreptunghiulare simplu armate, pentru mărcile de beton şi oţel date (valorile lui μ_{max} din tabele sunt subliniate cu o linie groasă) şi corespunde lui

$$\mu = 50\ \frac{R_i}{\sigma_c}\ \%. \tag{179}$$

Cazul B. Se dau: dimensiunile b şi h ale secţiunii; momentul încovoietor M; secţiunea armăturii comprimate A_f'; coeficientul de siguranţă c; marca betonului şi marca oţelului.

Se cere să se determine secţiunea armăturii întinse A_f.

C a l c u l. Se determină partea din momentul de rupere pe care o preia armătura comprimată A_f' şi partea egală cu cea de mai sus, pe care o preia armătura întinsă.

$$cM_f' = A_f' \sigma_c\ (h_0 - a'). \tag{180}$$

Scanned with OKEN Scanner

Din momentul dat cM se scade valoarea lui cM_f' și calculul se face ca pentru o secțiune simplu armată, pentru un moment cM_I, pe care-l preia zona comprimată de beton și armătura întinsă A_{fI}:

$$cM_I = cM - cM_f'. \tag{181}$$

Se calculează:

$$B_I = \frac{cM_I}{bh_0^2}. \tag{182}$$

Pentru marca de oțel și de beton considerată, în tabelele 13—16 din Anexă se găsește valoarea lui γ care corespunde lui B_I calculat; secțiunea armăturii întinse se determină prin formula:

$$A_f = A_{fI} + A_f' = \frac{cM_I}{\sigma^c \gamma h_0} + A_f'. \tag{183}$$

Dacă $\gamma h_0 > h_0 - a'$, secțiunea totală a armăturii întinse se determină prin formula:

$$A_f = \frac{cM}{\sigma_c (h_0 - a')}. \tag{184}$$

Cazul C. Se dau: dimensiunile b și h ale secțiunii; momentul încovoietor M; secțiunile de armătură întinsă A_f și comprimată A_f'; a; a'; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se determină $\mu = \frac{A_f}{bh_0} \cdot 100$ și se verifică dacă procentul de armare calculat nu depășește valoarea din tabela 7.

Se calculează:

$$\mu_I = \mu - \frac{A_f'}{bh_0} \cdot 100 \tag{185}$$

și din tabela pentru mărcile corespunzătoare de beton și de oțel se găsește valoarea coeficientului B_I, corespunzătoare lui μ_I.

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{B_I bh_0^2 + A_f' \sigma_c (h_0 - a')}{M}. \tag{186}$$

Dacă la valorile lui M_I și B_I se găsesc în tabelă valorile lui $\gamma > \frac{h_0 - a'}{h_0}$, coeficientul de siguranță se determină prin formula:

$$c = \frac{A_f \cdot \sigma_c (h_0 - a')}{M}. \tag{187}$$

Dacă

$$\mu_I > \mu_{max} = 50 \frac{R_i}{\sigma_c} \tag{188}$$

coeficientul de siguranță se determină prin formula:

$$c = \frac{0{,}375\, bh_0^2 R_i + A_f' \sigma_c (h_0 - a')}{M}. \tag{189}$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 17. Se dau: $b = 30$ cm; $h=50$ cm; $M=16$ tm; $c=2$; beton de marca 110; oțel de marca OLX00.

Se cere să se determine secțiunea armăturii.

C a l c u l. Se calculează valoarea lui B:

$$B = \frac{2 \times 1\,600\,000}{30 \times 46{,}5^2} = 49{,}3 \text{ kg/cm}^2.$$

Deoarece valoarea lui 49,3 este mai mare decât valoarea lui $B_{max}=41{,}25$ (din tabela 15 Anexa 2), atunci pentru secțiunea dată și pentru marca oțelului de beton respectivă este necesară următoarea armătură comprimată:

$$A_f' = \frac{(49{,}3-41{,}25) \times 30 \times 46{,}5^2}{2500 \times (46{,}5 - 3{,}5)} = 4{,}85 \text{ cm}^2$$

sau

$$A_f' = \frac{2 \times 1\,600\,000 - 41{,}25 \times 30 \times 46{,}5^2}{2500\,(46{,}5 - 3{,}5)} = 4{,}85 \text{ cm}^2.$$

Secțiunea armăturii întinse va fi:

$$A_f = \frac{2{,}2 \times 30 \times 46{,}5}{100} + 4{,}85 = 35{,}55 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 18. Se dau: $M=7$ tm; $b=22$ cm; $h=45$ cm; $A_f'=5{,}09$ cm^2; $c=2$; $a=5$ cm; $a'=3{,}5$ cm; beton de marca 110; oțel de marca OLX00.

Se cere să se determine secțiunea armăturii întinse A_f.

C a l c u l. Se calculează:

$$cM_f' = 5{,}09 \times 2500\,(40 - 3{,}5) = 464\,000 \text{ kgcm}$$

$$cM_I = 2 \times 700\,000 - 464000 = 936\,000 \text{ kgcm},$$

se determină

$$B_I = \frac{936\,000}{22 \times 40^2} = 26{,}6 \text{ kg/cm}^2.$$

In tabela 15 Anexa 2 se găsește $\gamma=0{,}859$, care corespunde lui $B_I=26{,}6$;

$$\gamma h_0 = 0{,}859 \times 40 = 34{,}4 < h_0 - a' = 36{,}5 \text{ cm},$$

$$A_f = \frac{936\,000}{2500 \times 34{,}4} + 5{,}09 = 16 \text{ cm}^2$$

Exemplul 19. Se dau: $M=8$ tm; $b=20$ cm; $h=45$ cm; $a=5$ cm; $a'=3{,}5$ cm; $A_f=20{,}9$ cm^2 $A_f'=3{,}3$ cm^2; beton de marca 110; oțel de marca OLX00.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se verifică condiția $\mu \leqslant \mu_{max}$ pentru armarea dublă.

Se calculează:

$$\mu = \frac{20{,}9}{20 \times 40} \cdot 100 = 2{,}61\% < 2{,}8\%$$

$$\mu_I = 2{,}61 - \frac{3{,}3}{20 \times 40} \cdot 100 = 2{,}2\%.$$

Din tabela 15, Anexa 2, se găsește coeficientul $B_I=41{,}25$, care corespunde lui $\mu_I=2{,}2$ Momentul de rupere va fi:

$$cM = 41{,}25 \times 20 \times 40^2 + 3{,}3 \times 2500 \times (40 - 3{,}5) = 1\,621\,800 \text{ kgcm}.$$

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{1\,621\,800}{800\,000} = 2{,}03.$$

Scanned with OKEN Scanner

C. Secțiuni în T

Calculul elementelor încovoiate de secțiune în T se face cu ajutorul tabelelor 20—22 din Anexa 2.

In tabela 20 se dau valorile coeficientului B_{0i} și α_i pentru determinarea capacității portante maxime a elementelor încovoiate de secțiune în T, simplu armate, în cazul când se dau: secțiunea, marca betonului și procentele de armare.

Valorile coeficienților B_{0i} și α_i sunt calculate prin formulele:

$$B_{0i} = 0{,}375\left[1 + 2\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\frac{h_p}{h_0}\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right)\right] \tag{190}$$

$$\alpha_i = 1 - 0{,}5\sqrt{1 + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right) + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)}. \tag{191}$$

In tabela 21 se dau valorile coeficienților B_{0p} și α_p pentru determinarea capacității portante a elementelor încovoiate de secțiune în T pentru cazul când axa neutră coincide cu fața inferioară a plăcii.

Valorile coeficienților B_{0p} și α_p sunt calculate prin formulele:

$$B_{0p} = \frac{b_p}{b}\frac{h_p}{h_0}\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right), \tag{192}$$

$$\alpha_p = \frac{b_p}{b}\frac{h_p}{h_0}. \tag{193}$$

In tabela 22 se dau valorile coeficienților B_{0sb} și α_{sb} pentru determinarea momentului pe care-l preiau aripile plăcii și partea corespunzătoare de armătură întinsă.

Valorile coeficienților B_{0sb} și $\alpha^s{}_b$ sunt calculate prin formulele:

$$B_{0sb} = \left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\frac{h_p}{h_0}\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h}\right), \tag{194}$$

$$\alpha_{sb} = \left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\frac{h_p}{h_0}. \tag{195}$$

In funcție de poziția axei neutre, secțiunea se calculează fie ca o secțiune dreptunghiulară de lățime b_p (în cazul când axa neutră trece prin placă), fie ca o secțiune în T (în cazul când axa neutră trece prin inimă).

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile b_p, h_p, b și h ale secțiunii; momentul încovoietor M; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează coeficientul

$$B_0 = \frac{cM}{bh_0^2 R_i}. \tag{196}$$

Dacă valoarea lui B_0 nu depășește valorile lui B_{0p} din tabela 20 pentru valorile lui $\frac{b_p}{b}$ și $\frac{h_p}{h_0}$ date, secțiunea se calculează ca o secțiune dreptunghiulară

Scanned with OKEN Scanner

de lățime b_p pentru care, în tabelele 14—17 pentru marca de beton și oțel dată și valoarea lui $B = \frac{B_0 R_i}{\frac{b_p}{b}}$ se găsește procentul de armare μ, coeficientul γ și se determină secțiunea de armătură întinsă A_f, prin formula:

$$A_f = \mu \frac{b_p h_0}{100} = \frac{cM}{\sigma_c \gamma h_0}. \tag{197}$$

Dacă $B_0 > B_{0p}$, calculul se face ținând seamă de compresiunea din nervură (v. cazul 3).

Cazul B. Se dau: dimensiunile secțiunii b_p, h_p, b și h; momentul încovoietor M; secțiunea armăturii A_f; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se calculeze coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se calculează

$$\alpha = \frac{A_f \sigma_c}{b h_0 R_i}. \tag{198}$$

Dacă valoarea calculată pentru α nu depășește valorile α_p (din tabela 21, pentru $\frac{b_p}{b}$ și $\frac{h_p}{h_0}$ date) secțiunea se calculează ca una dreptunghiulară de lățime b_p, pentru care, în tabelele 14—17 pentru marca de beton și marca de oțel dată, se găsește valoarea coeficientului B, corespunzătoare procentului de armare

$$\mu = \frac{A_f}{b_p h_0} . 100. \tag{199}$$

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{B b_p h_0^2}{M}. \tag{200}$$

Dacă $\alpha > \alpha_p$, calculul se face ținând seamă de compresiunea din inima nervurii (v. cazul 4).

Cazul C. Se dau dimensiunile b_p, h_p, b și h ale secțiunii; momentul încovoietor M; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează coeficientul

$$B_0 = \frac{cM}{b h_0^2 R_i}; \tag{201}$$

totodată, dacă în cazul de față $B_0 > B_{0p}$ (din tabela 21), secțiunea se calculează considerând compresiunea din inima nervurii.

Secțiunea se împarte în secțiunea nervurii și în părțile ieșite ale plăcii.

Pentru părțile ieșite ale plăcii, în tabela 22 se găsesc valorile lui B_{0sb} și α_{sb}; apoi, din tabelele 14—17 pentru marca de beton și pentru marca de oțel date și valoarea B_{0I}; $= B_0 - B_{0sb}$ se găsește valoarea lui α_I.

Secțiunea armăturii va fi:

$$A_f = (\alpha_I + \alpha_{sb}) \frac{R_i}{\sigma_c} b h_0 . \tag{202}$$

Scanned with OKEN Scanner

Cazul D. Se dau dimensiunile b_p, h_p, b și h ale secțiunii; momentul încovoietor M; secțiunea armăturii A_f; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se calculează:

$$\alpha = \frac{A_f \sigma_c}{b h_0 R_i} \tag{203}$$

Totodată, dacă în cazul de față $\alpha > \alpha_p$ $\left(\text{din tabela 22, fiind date } \frac{b_p}{b} \text{ și } \frac{h_p}{h_0}\right)$ secțiunea trebue calculată ținând seama de compresiunea din nervură.

Din tabela 22 se găsesc valorile: B_{0sb} și α_{sb}; pentru $\alpha_1 = \alpha - \alpha_{sb}$ în tabela 16 se găsește valoarea lui B_{0I} sau în tabelele 15—17 pentru $\mu = (\alpha - \alpha_{sb}) \frac{R_i}{\sigma_c}$, se găsește valoarea coeficientului B, fiind dată marca betonului și marca oțelului.

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{(B_I + B_{0sb})\ b h_0^2 R_i}{M} \tag{204}$$

sau

$$c = \frac{(B + B_{0sb} R_i)\ b h_0^2}{M}. \tag{205}$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 20. Se dau: $M = 7{,}0$ tm; $b = 20$ cm; $h = 45$ cm; $h_p = 7$ cm; $b_p = 200$ cm; coeficientul de siguranță $c = 2{,}0$; betonul de marca 110; oțelul de marca OLX00.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se determină $h_0 = 45 - 3{,}5 = 41{,}5$ cm

$$\frac{b_p}{b} = \frac{200}{20} = 10 \text{ și } \frac{h_p}{h_0} = \frac{7}{41{,}5} = 0{,}17.$$

Se calculează

$$B_0 = \frac{2 \times 700\,000}{20 \times 41{,}5^2 \times 110} = 0{,}37.$$

Din tabela 21 se vede că, pentru $\frac{b_p}{b} = 10$ și $\frac{h_p}{h_0} = 0{,}17$, secțiunea trebue calculată ca o secțiune dreptunghiulară, cu lățimea b_p.

Se calculează

$$B = \frac{0{,}37 \times 110}{10} = 4{,}07.$$

Din tabela 15 pentru $B = 4{,}07$ se găsește $\mu = 0{,}163\%$:

$$A_f = \frac{0{,}163 \times 200 \times 41{,}5}{100} = 13{,}5 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 21. Se dau: $b = 20$ cm; $h = 45$ cm; $b_p = 100$ cm; $h_p = 7$ cm; $A_f = 14$ cm²; $M = 7{,}0$ tm; beton de marca 110; = oțel de marca OLX00.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

Scanned with OKEN Scanner

C a l c u l. Se determină $h_0 = 45 - 3{,}5 = 41{,}5$ cm.

$$\frac{b_p}{b} = \frac{100}{20} = 5,$$

$$\frac{h_p}{h_0} = \frac{7}{41{,}1} = 0{,}17.$$

Se calculează,

$$\alpha = \frac{14}{20 \times 41{,}5} \cdot \frac{2500}{110} = 0{,}77.$$

Din tabela 21 se vede că $0{,}77 < \alpha_p = 0{,}85$; deaceea, secțiunea se calculează dreptunghiulară cu lățimea b_p.

Se determină:

$$\mu = \frac{A_f}{100 \times 41{,}5} \cdot 100 = 0{,}337\%.$$

Din tabela 15 pentru $\mu = 0{,}337$; $B = 8{,}10$.
Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{8{,}10 \times 100 \times 41{,}5^2}{700\,000} = 2.$$

Exemplul 22. Se dau: $M = 30$ tm; $b = 30$ cm; $b_p = 60$ cm; $h = 70$ cm; $h_p = 12$ cm; $a = 5$ cm; $c = 2$; beton de marca 110; oțel de marca OLX00.
Se cere să se determine secțiunea armăturii.
C a l c u l. Se determină

$$\frac{b_p}{b} = \frac{60}{30} = 2 \text{ și } \frac{h_p}{h_0} = \frac{12}{65} = 0{,}185.$$

Se calculează

$$B_0 = \frac{2 \times 3\,000\,000}{30 \times 65^2 \times 110} = 0{,}431;$$

din tabela 21 rezultă că $0{,}431 > B_{0p} = 0{,}335$, deaceea, secțiunea se calculează considerând compresiunea din nervură.
Din tabela 22 se găsesc valorile $B_{sb} = 0{,}165$ și $\alpha_{sb} = 0{,}185$.
Se determină B_{0I} $0{,}431 - 0{,}165 = 0{,}266$.
Din tabela 16, lui $B_{0I} = 0{,}266$, îi corespunde $\alpha = 0{,}316$; secțiunea de armătură va fi:

$$A_f = \frac{(0{,}316 + 0{,}185) \times 30 \times 65 \times 110}{2500} = 42{,}8 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 23. Se dau: $M = 33$ tm, $b = 30$ cm; $b_p = 60$ cm; $h = 65$ cm; $A_f = 42$ cm^2; $a = 5$ cm; beton de marca 170; oțel de marca OL38 $\sigma_c = 2850$ kg/cm^2.
Se cere să se determine coeficientul de siguranță.
C a l c u l. Se calculează

$$\frac{b_p}{b} = \frac{60}{30} = 2; \quad \frac{h_p}{h_0} = \frac{12}{60} = 0{,}2.$$

Se determină:

$$\alpha = \frac{42 \times 2850}{30 \times 60 \times 155} = 0{,}430.$$

Scanned with OKEN Scanner

Din tabela 21 rezultă că $0{,}430 > \alpha_p = 0{,}400$ şi, deaceea, secţiunea se calculează ţinând seama de compresiunea din inima nervurii.

Din tabela 22 se găsesc valorile:

$$\alpha_{sb} = 0{,}200,$$

$$B_{0sb} = 0{,}180.$$

Din tabela 16 pentru $\alpha_I = 0{,}430 - 0{,}200 = 0{,}230$ se găseşte valoarea lui $B_{0I} = 0{,}203$. Coeficientul de siguranţă va fi:

$$c = \frac{(0{,}203 + 0{,}180) \times 30 \times 60^2 \times 155}{3\,300\,000} = 1{,}95.$$

D. Secţiuni triunghiulare simplu armate

Calculul elementelor încovoiate, de secţiune triunghiulară, se face cu ajutorul tabelei 18.

Tabela conţine valorile coeficienţilor γ şi B, pentru calculul secţiunilor din betoane de marca 110, 140, 170 şi 200, armătura având limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm².

Afară de aceasta, în tabelă se dau valorile coeficienţilor γ_0 şi B_0 pentru elemente de beton şi oţel de orice marcă.

Calculul cu ajutorul coeficienţilor din tabela 18 se face prin formulele:

$$cM = Bb_0 h_0^2; \tag{206}$$

$$A_f = \frac{cM}{\gamma_0 h_0 \sigma_c} \text{ sau } A_f = \mu \frac{b_0 h_0}{100}; \tag{207}$$

$$cM = B_0 b_0 h_0^2 R_i; \tag{208}$$

$$A_f = \frac{cM}{\gamma_0 h_0 \sigma_c} \text{ sau } A_f = \alpha b_0 h_0 \frac{R_i}{\sigma_c}. \tag{209}$$

Coeficienţii daţi în tabelă s'au calculat prin formulele

$$B = \alpha (1 - 0{,}943 \sqrt{\alpha}) R_i; \tag{210}$$

$$B_0 = \alpha (1 - 0{,}943 \sqrt{\alpha}), \tag{211}$$

$$\gamma = 1 - 0{,}943 \sqrt{\alpha}; \tag{212}$$

unde

$$\alpha = \frac{A_f}{b_0 h_0} \times \frac{\sigma_c}{R_i} = \mu \frac{\sigma_c}{R_i}. \tag{213}$$

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile b_0 şi h_0 ale secţiunii; momentul încovoietor M; coeficientul de siguranţă c; marca betonului şi marca oţelului.

Se cere să se determine secţiunea armăturii întinse A_f.

Calcul. Se calculează coeficientul

$$B = \frac{cM}{b_0 h_0^2}. \tag{214}$$

Scanned with OKEN Scanner

In cazul armăturii de oțel, cu limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm², din tabela 18, pentru marca de beton dată, se găsește procentul de armare μ, care corespunde valorii lui B calculat.

Secțiunea armăturii este

$$A_f = \frac{\mu\, b_0 h_0}{100}, \tag{215}$$

sau

$$A_f = \frac{cM}{\gamma\, h_0 \sigma_c}, \tag{115 a}$$

unde γ este coeficientul din tabela 18, care corespunde valorii lui B.

Pentru alte mărci de oțel, cum și pentru mărci de beton care nu au fost indicate în partea din stânga a tabelei 18 se calculează:

$$B_0 = \frac{cM}{b_0 h_0^2 R_i} \tag{216}$$

și, cu ajutorul valorii lui B_0 din tabela 18, se găsește coeficientul γ_0.

Secțiunea armăturii este

$$A_f = \frac{cM}{\gamma_0 h_0 \sigma_c}. \tag{217}$$

Cazul B. Se dau: dimensiunile b_0 și h_0 ale secțiunii; momentul încovoietor M; secțiunea armăturii A_f ; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se calculează

$$\mu = \frac{A_f}{b_0 h_0} 100. \tag{218}$$

In tabela 18, pentru valoarea lui μ calculată, se găsește valoarea lui B. Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{B\, b_0 h_0^2}{M}. \tag{219}$$

Pentru mărcile de beton și pentru mărcile de oțel care nu sunt prevăzute în partea stângă a tabelei 18 se calculează valoarea

$$\alpha = \frac{A_f \sigma_c}{b_0 h_0 R_i}; \tag{220}$$

în tabela 18 se găsește apoi valoarea lui B_0 și se determină c prin formula:

$$c = \frac{B_0 b_0 h_0^2 R_i}{M}. \tag{221}$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 24. Se dau: $M=3{,}3$ tm; $b_0=25$ cm; $h_0=45$ cm; coeficientul de siguranţă $c=1{,}8$; beton de marca 140; oţel de marca OLX00.
Se cere să se determine secţiunea armăturii A_f.
Calcul. Se calculează

$$B=\frac{1{,}8\times 330\,000}{25\times 45^2}=11{,}7 \text{ kg/cm}^2.$$

Din tabela 18 se găseşte valoarea lui $\mu=0{,}71\%$, corespunzătoare lui $B=11{,}7$.
Secţiunea armăturii va fi:

$$A_f=\frac{0{,}71\times 25\times 45}{100}=8 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 25. Se dau: $M=4{,}0$ tm; $b_0=25$ cm; $h_0=45$ cm; $A_f=12{,}5$ cm^2; beton de marca 140; oţel de marca OLX00.
Se cere să se determine coeficientul de siguranţă.
Calcul. Se calculează coeficientul de armare

$$\mu=\frac{12{,}5\times 100}{24\times 45}=1{,}12\%.$$

Din tabela 18 se găseşte $B=15{,}98$.
Coeficientul de siguranţă este

$$c=\frac{15{,}98\times 25\times 45^2}{400\,000}=2.$$

E. Secţiuni triunghiulare dublu armate

Calculul elementelor încovoiate de secţiune triunghiulară dublu armată se face cu ajutorul tabelei folosite pentru calculul secţiunilor triunghiulare simplu armate (tabela 18).

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile b_0 şi h_0 ale secţiunii; momentul încovoietor M; coeficientul de siguranţă c, marca betonului şi marca oţelului.
Se cere să se determine secţiunea de armătură.
Calcul. Se calculează coeficientul

$$B=\frac{cM}{b_0 h_0^2}. \tag{222}$$

Armătura dublă este necesară în cazul când valoarea calculată $B > B_{max} = 0{,}125\, R_i$, unde B_{max} este valoarea limită de jos, din tabelă.
Valoarea lui B trebue să satisfacă condiţiile: $B \leqslant 0{,}167\, R_i$. Nerespectarea acestei condiţii arată că secţiunea dată este insuficientă pentru dimensiunile şi pentru marca betonului, date.
Când $0{,}167\, R_i > B > 0{,}125\, R_i$, se determină valoarea

$$B - B_{max}.$$

Secţiunea de armătură comprimată A_f' se determină prin formula:

$$A_f'=\frac{(B-B_{max})\, b_0 h_0^2}{\sigma_c (h_0-a')} \tag{223}$$

Scanned with OKEN Scanner

sau prin formula:

$$A_f' = \frac{cM - B_{max} b_0 h_0^2}{\sigma_c (h_0 - a')}. \qquad (224)$$

Secțiunea de armătură întinsă se determină prin formula:

$$A_f = \frac{\mu_{max} b_0 h_0}{100} + A_f', \qquad (224)$$

unde μ_{max} este procentul de armare maxim al secțiunii triunghiulare simplu armate, când se dau marca betonului și marca oțelului (valorile lui μ_{max} corespund valorilor inferioare de jos, din tabelă, care sunt egale cu $\mu_{max} = 0{,}228 \frac{R_i}{\sigma_c}\%$.

Cazul B. Se dau: dimensiunile b_0 și h_0 ale secțiunii; a și a'; momentul încovoietor M; secțiunea de armătură comprimată A_f'; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea de armătură întinsă A_f.

Calcul. Se determină partea din momentul de rupere pe care o preia armătura comprimată A_f' și partea corespunzătoare de armătură întinsă:

$$cM_f' = A_f' \sigma_c (h_0 - a'). \qquad (225)$$

Din momentul dat cM se scade valoarea cM_f' și calculul se face ca pentru o secțiune simplu armată pentru un moment cM_I:

$$cM_I = cM - cM_f'. \qquad (226)$$

Se calculează

$$B_I = \frac{cM_I}{b_0 h_0^2}. \qquad (227)$$

In tabela 18 pentru mărcile de beton și de oțel date, se găsește procentul de armare μ_I sau γ, care corespunde valorii calculate pentru B_I.

Secțiunea de armătură întinsă se determină prin formula:

$$A_f = \frac{\mu_I b_0 h_0}{100} + A_f' \qquad (228)$$

sau prin formula:

$$A_f = \frac{cM_I}{\gamma h_0 \sigma_c} + A_f'. \qquad (228\ a)$$

Dacă $\gamma h_0 > h_0 - a'$, atunci întreaga secțiune de armătură întinsă A_f se determină prin formula:

$$A_f = \frac{cM}{\sigma_c (h_0 - a')}. \qquad (228\ b)$$

Cazul C. Se dau: dimensiunile b_0 și h_0 ale secțiunii; momentul încovoietor M; secțiunea de armătură întinsă A_f și cea comprimată A_f'; a și a'; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

Scanned with OKEN Scanner

Calcul. Se determină $\mu = \frac{A_f}{b_0 h_0} \cdot 100$ și se verifică dacă procentul calculat nu depășește procentul maxim admisibil pentru armarea dublă care se dă în tabela 9.

Se calculează $\mu_I = \mu - \frac{A'}{b_0 h_0} \cdot 100$ și pentru mărcile date de beton, în tabela 18 se găsește valoarea coeficientului B care corespunde lui μ_I.

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{B_I b_0 h_0^2 + A_f' \sigma_c (h_0 - a')}{M}. \qquad (229)$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 26. Se dau: $M = 4{,}5$ tm; $b_0 = 25$ cm; $h_0 = 45$ cm; $a' = 3{,}5$ cm; coeficientul de siguranță $c = 2{,}0$; beton de marca 110; oțel de marca OL38.

Se cere să se determine secțiunea de armătură.

Calcul. Se calculează

$$B = \frac{2 \times 450\,000}{25 \times 45^2} = 17{,}7 \text{ kg/cm}^2;$$

deoarece $17{,}7 > B_{max} = 13{,}75$ (din tabela 18), pentru dimensiunile secțiunii și marca betonului dată este necesară armătura comprimată.

Secțiunea armăturii comprimate A_f' se determină prin formula:

$$A_f' = \frac{(17{,}7 - 13{,}75) \times 25 + 45^2}{2\,500 \times (45 - 3{,}5)} = 1{,}9 \text{ cm}^2$$

$$A_f' = \frac{2 \times 450\,000 - 13{,}75 \times 25 \times 45^2}{2\,500 \times (45 - 3{,}5)} = 1{,}9 \text{ cm}^2.$$

Secțiunea de armătură întinsă va fi:

$$A_f = \frac{1 \times 25 \times 45}{100} + 1{,}9 = 13{,}1 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 27. Se dau: $M = 4{,}5$ tm; $b_0 = 25$ cm; $h_0 = 45$ cm; $A_f' = 4{,}5$ cm^2; coeficientul de siguranță $c = 2{,}0$; $a' = 3{,}5$ cm; beton de marca 110, oțel de marca OLX00.

Se cere să se determine secțiunea de armătură întinsă.

Calcul. Se calculează:

$$cM_f' = 4{,}5 \times 2\,500\,(45 - 3{,}5) = 465\,000 \text{ kg/cm},$$

$$cM_I = 2 \times 450\,000 - 465\,000 = 435\,000 \text{ kg/cm}.$$

Se determină

$$B_I = \frac{435\,000}{25 \times 45^2} = 8{,}6 \text{ cm}^2.$$

In tabela 18 se găsește valoarea $\gamma = 0{,}682$ care corespunde lui $B = 8{,}6$ (marca betonului fiind 110 și $\sigma_c = 2\,500$ kg/cm^2)

$$\gamma h_0 = 0{,}682 \times 45 = 30{,}5 < h_0 - a' = 41{,}5;$$

$$A_f = \frac{435\,000}{2\,500 \times 30{,}5} + 4{,}5 = 10{,}2 \text{ cm}^2$$

Exemplul 28. Se dau: $M = 7{,}0$ tm; $b_0 = 25$ cm; $h_0 = 47$ cm; $A_f = 16{,}0$ cm^2; $A_f' = 5{,}5$ cm^2; $a' = 3{,}5$ cm; beton de marca 140; oțel de marca OLX00.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se calculează:

$$\mu = \frac{16}{25 \times 47} \cdot 100 = 1{,}36\%.$$

Se verifică condiția $\mu \leqslant \mu_{max}$, pentru armarea dublă $1{,}36\% < 1{,}48\%$ (din tabela 9).

Se calculează:

$$\mu_I = 1{,}36 - \frac{5{,}5}{25 \times 47} \cdot 100 = 0{,}89\%.$$

In tabela 18 valorii lui $\mu = 0{,}89$ îi corespunde $B = 13{,}74$. Coeficientul de siguranță este:

$$c = \frac{13{,}74 \times 25 \times 47^2 + 5{,}5 \times 2\,500 \times 43{,}5}{700\,000} = 1{,}95.$$

F. Secțiuni inelare (tubulare) cu armătură uniform repartizată

Calculul elementelor încovoiate, de secțiune inelară, cu armătură uniform repartizată pe perimetru, se face cu ajutorul tabelei 18.

In tabela 19 se dau valorile coeficienților B_0 pentru determinarea momentului de rupere prin formula:

$$cM = B_0 r_2^3 R_i; \tag{230}$$

valorile lui B_0 se dau în funcție de raportul $\frac{r}{r_2}$ și valoarea lui $\alpha = \frac{A_f \sigma_c}{A R_i}$.

Tabela s'a întocmit în ipoteza că $\alpha = 0{,}5\,(r_2 - r_1)$, însă se poate folosi cu suficientă exactitate și când

$$0{,}25\,(r_2 - r_1) \leqslant \alpha \leqslant 0{,}5\,(r_2 - r_1). \tag{231}$$

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: momentul încovoietor M; raza interioară r_1; raza exterioară r_2; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează:

$$B_0 = \frac{cM}{r_2^3 R_i}. \tag{232}$$

In tabela 19 pentru B_0 calculat se găsește valoarea lui α (sau μ) după care:

$$A_f = \alpha \frac{R_i}{\sigma_c} A = \mu \frac{A}{100}. \tag{233}$$

Cazul B. Se dau: momentul încovoietor M; raza interioară r_1; raza exterioară r_2; secțiunea armăturii A_f; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

C a l c u l. Se calculează α sau μ; din tabela 19 pentru α sau μ calculate se găsește valoarea corespunzătoare pentru B_0, fiind dat raportul $\frac{r_1}{r_2}$.

Coeficientul de siguranță c se calculează prin formula:

$$c = \frac{B_0 r_2^3 R_i}{M}. \tag{234}$$

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 29. Se dau: $M = 1{,}75$ tm; $r_1 = 11$ cm; $r_2 = 15$ cm; $c = 2$; beton de marca 250; oţel de marca OLX00.

Se cere să se determine secţiunea armăturii A_f, repartizată uniform pe secţiunea inelului.

C a l c u l. Se calculează secţiunea inelului:

$$A = \pi (15^2 - 11^2) = 327 \text{ cm}^2;$$

$$B_0 = \frac{2 \times 175\,000}{15^3 \times 220} = 0{,}471.$$

In tabela 19 se găseşte pentru $B_0 = 0{,}471$ şi $\frac{r_1}{r_2} = \frac{11}{15} = 0{,}733$, valoarea lui $\alpha = 0{,}404$.

Secţiunea armăturii $A_f = 0{,}404 \frac{220}{2\,850} . 327 = 10{,}2$ cm^2.

Exemplul 30. Se dău: $M = 0{,}8$ tm; $r_1 = 10$ cm; $r_2 = 15$ cm; $A_f = 5{,}03$ cm^2; beton de marca 200; oţel de marca OLX00. (Armătura este uniform repartizată pe secţiunea inelului).

Se cere să se determine coeficientul de siguranţă.

C a l c u l

Se calculează secţiunea inelului:

$$A = \pi (15^2 - 10^2) = 393 \text{ cm}^2.$$

Se determină

$$\alpha = \frac{5{,}03 \times 2\,500}{393 \times 180} = 0{,}178.$$

In tabela 19, pentru $\alpha = 0{,}178$ şi $\frac{r_1}{r_2} = \frac{10}{15} = 0{,}667$ se găseşte $B_0 = 0{,}254$.

Coeficientul de siguranţă va fi:

$$c = \frac{0{,}254 \times 180 \times 15^3}{80\,000} = 1{,}95.$$

IV. CALCULUL LA FISURARE AL ELEMENTELOR INCOVOIATE

Secţiuni dreptunghiulare simplu armate

Calculul la fisurare al elementelor încovoiate cu secţiune dreptunghiulară se face cu ajutorul tabelelor 23—25.

Tabelele conţin valorile lui $\frac{x}{h}$ şi B_f pentru calculul secţiunilor din betoane de marca 110, 140, 170 şi 200, valoarea deformaţiei specifice limită a betonului întins fiind considerată:

$$\max \varepsilon_l = 1{,}0 \times 10^{-4},$$

când

$$a = 0{,}05\ h;\ 0{,}10\ h \text{ şi } 0{,}15\ h.$$

Calculul la fisurare al elementelor încovoiate, prin coeficienţii indicaţi în tabelele 23—25, se face prin formula:

$$M_f = c_f M = B_f b h^2. \qquad (235)$$

Scanned with OKEN Scanner

Ordinea de calcul

Se dau: dimensiunile b şi h ale secţiunii; momentul încovoietor M; secţiunea armăturii întinse A_f; distanţa a dela marginea cea mai apropiată a secţiunii până la centrul de greutate al armăturii A_f; marca betonului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranţă c_f.

Calcul. Se calculează:

$$\mu_1 = \frac{A_f}{bh} 100. \tag{236}$$

In tabelele 23—25, în funcţie de raportul $\frac{a}{h}$, se găseşte valoarea lui B_f care corespunde lui μ_1.

Se determină

$$c_f = \frac{B_f b h^2}{M}. \tag{235 a}$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 31. Se dau: $M = 1{,}0$ tm; $b = 20$ cm; $h = 40$ cm; $A_f = 10$ cm²; $a = 4$ cm; beton de marca 110.

Se cere să se determine coeficientul de siguranţă c_f.

Calcul. Se calculează

$$\mu_1 = \frac{10}{20 \times 40} 100 = 1{,}25\%.$$

In tabela 24 se găseşte $B_f = 4{,}35$, care corespunde lui $\mu_1 = 1{,}25\%$.

Coeficientul de siguranţă va fi:

$$c_f = \frac{4{,}35 \times 20 \times 40^2}{100\,000} = 1{,}39.$$

V. CALCULUL LA EFORTURI UNITARE PRINCIPALE

A. Grinzi

Calculul la eforturi unitare principale de întindere, al elementelor încovoiate, se face numai atunci când eforturile unitare de întindere satisfac condiţia

$$\frac{R_t}{c_1} < \sigma_1 \leqslant \frac{R_i}{7}$$

Pe porţiunile elementelor încovoiate, unde eforturile unitare principale de întindere satisfac condiţia (72 a)

$$\sigma_1 \leqslant \frac{R_t}{c_1}$$

betonul poate prelua singur aceste eforturi unitare, aşa încât nu se mai face niciun calcul special, armăturile înclinate şi etrierii prevăzându-se constructiv.

Pentru cazurile în care eforturile unitare principale maxime nu satisfac condiţia (73), adică

$$\sigma_1 > \frac{R_i}{7}$$

Scanned with OKEN Scanner

dimensionarea la încovoiere trebue refăcută până când valoarea eforturilor unitare principale maxime rămâne inferioară lui $\frac{R_i}{7}$ (STAS 1546—50 pct. 67).

Ordinea de calcul

Se determină valoarea eforturilor unitare principale de întindere cu formula (71)

$$\sigma_1 = \frac{T}{bz}$$

în cazul elementelor încovoiate cu înălțimea constantă și cu formula (72)

$$\sigma_1 = \frac{T}{bz} \pm \frac{M t g \widetilde{\Theta}}{b h_0 z}$$

în cazul elementelor încovoiate cu înălțimea variabilă, în conformitate cu punctul 66.

Dacă cea mai mare valoare a lui σ_1, astfel calculată este cel mult egală cu $\frac{R_t}{c_1}$, etrierii și armăturile înclinate se dispun constructiv, în conformitate cu pct. 68 și 72 din STAS 1546—50.

Dacă valoarea maximă a eforturilor unitare principale de întindere depășește raportul $\frac{R_i}{7}$, secțiunea de beton este insuficientă și trebue mărită, refăcându-se dimensionarea.

Dacă valorile maxime ale lui σ_1 calculate cu formula (71) rămân cuprinse între $\frac{R_t}{c_1}$ și $\frac{R_i}{7}$, atunci calculul se conduce astfel:

— se alcătuiește diagrama eforturilor unitare principale de întindere (fig. 12),

— se scoate din această diagramă partea de eforturi unitare principale pe care le poate prelua betonul singur, adică $\sigma_b = \frac{R_t}{c_1}$

— partea din diagramă rămasă trebue împărțită armăturilor longitudinale, etrierilor și armăturilor înclinate. In conformitate cu pct. 69 din STAS 1546—50, armăturile longitudinale preiau 20%...40% din alunecările totale rămase, după natura reazemelor și a încărcărilor. Restul alunecărilor sunt preluate de etrieri și bare înclinate.

In calcul este mai ușor să nu se determine efortul pe care îl preia armătura longitudinală, ci înălțimea σ_l din diagrama din fig. 12. Diagramele eforturilor principale de întindere cele mai des întâlnite în practică, sunt:

a) Diagrama dreptunghiulară (element încovoiat de secțiune constantă și sarcini concentrate); în acest caz armătura longitudinală poate prelua numai 20% din alunecarea totală (fig. 19 a):

$$\sigma_l = 0{,}2\,\sigma_1$$

b) Diagrama trapezoidală (element încovoiat de secțiune constantă, cu sarcini uniform distribuite și concentrate); și în acest caz armăturilor longitudinale li se dă numai 20% din alunecarea totală (fig. 19 *b*):

$$\sigma_l = 0{,}1\,(\sigma_1 + \sigma_1')$$

Scanned with OKEN Scanner

c) Diagrama triunghiulară (element încovoiat de secțiune constantă cu sarcini uniform distribuite); în acest caz se poate da armăturii longitudinale numai 20% din alunecarea totală în reazemele marginale, când capetele barelor întinse se termină cu ciocuri trecând de marginea reazemului cu 15...30 dia-

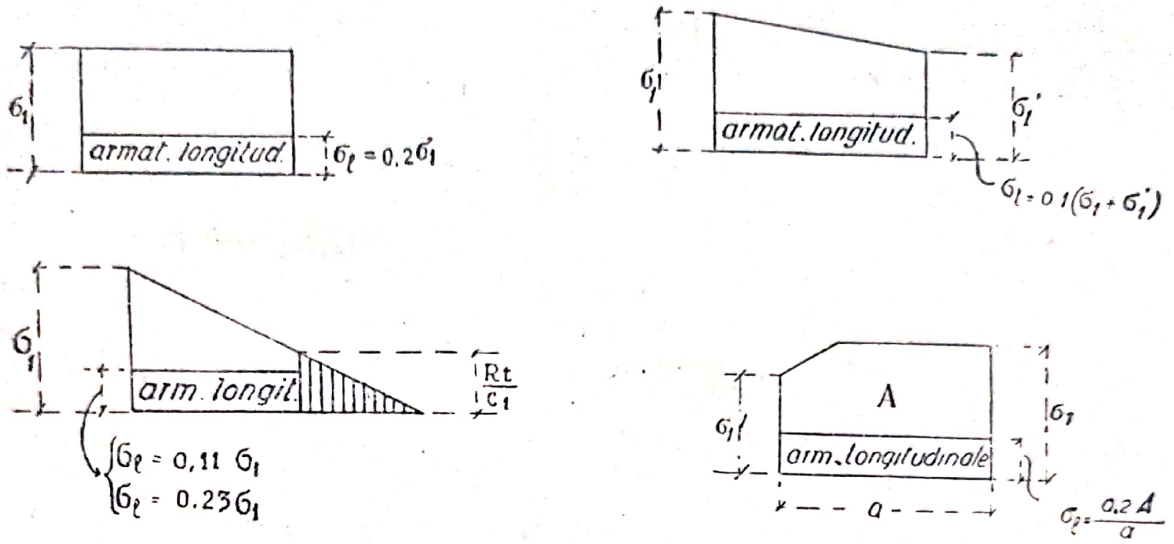


Fig. 19

metre și se poate da până la 40% din alunecarea totală dacă în reazemele marginale barele întinse se termină cu ciocuri trecând de marginea reazemului cu peste 30 *d*, precum și la toate reazemele intermediare ale grinzilor continui (fig. 19 *c*):

Pentru 20%

$$\sigma_l = 0{,}11\,\sigma_1$$

Pentru 40%

$$\sigma_l = 0{,}23\,\sigma_1$$

d) Diagrama de forma celei din fig. 19 *d* (element încovoiat cu vută pe reazem și încărcat cu sarcini concentrate); în acest caz armătura longitudinală poate prelua cel mult 20% din alunecarea totală:

$$\sigma_l = \frac{0{,}2\ A}{a}$$

în care A este suprafața întregii diagrame, iar a lungimea diagramei.

e) Diagrama de forma celei din fig. 19 *e* (element încovoiat cu vută pe reazemul intermediar, încărcat cu sarcini uniform distribuite); în acest caz

armătura longitudinală poate prelua cel mult 40% din alunecarea totală:

$$\sigma_l = \frac{0{,}4\ \Delta}{a} = \varphi_a\ \sigma_l'$$

coeficientul φ_a luându-se din tabela 31 în funcție de $\frac{\sigma_l}{\sigma_l'}$ și $\frac{\Delta}{a}$.

Pentru stabilirea efortului unitar preluat de etrieri se folosește formula (74)

$$\sigma_{etr} = \frac{A_e\ \sigma_c\ n}{a\ b\ c}$$

în care:

A_e — este secțiunea barei din care este făcut etrierul,

n — numărul ramurilor verticale ale etrierului (două în cazul etrierilor simpli, patru în cazul etrierilor dubli etc.),

a — distanța dintre etrieri,

b — lățimea elementului încovoiat,

c — coeficientul de siguranță la rupere.

Pentru ușurința calculului, valoarea efortului unitar σ_{etr} este dată în tabela 32 pct. 3.

Partea rămasă din diagrama eforturilor unitare principale de întindere, după scoaterea părților preluate de beton, armături longitudinale și etrieri, trebue preluată prin bare înclinate (fig. 12). Pentru determinarea secțiunii barelor înclinate, se procedează astfel:

— se determină suprafața de diagramă A_i (fig. 12)

$$x = \frac{0{,}71\ a\left(\sigma_1 - \frac{R_t}{c_1}\right)}{\sigma_1};\quad \sigma_{45} = \sigma_1 - (\sigma_l + \sigma_{etr});\quad \sigma'_{45} = \frac{R_t}{c_1} - (\sigma_l + \sigma_{etr})$$

și alunecarea corespunzătoare

$$A_0 = b\ A_i = b\ x\ \frac{\sigma_{45} + \sigma'_{45}}{2}$$

— secțiunea barelor înclinate se stabilește cu formula (75)

$$A_{fi} = \frac{A_0\ c}{\sigma_c}$$

B. Console scurte

Înălțimea consolelor scurte se recomandă să se stabilească așa încât eforturile unitare principale de întindere să satisfacă relația

$$\sigma_1 \leqslant \frac{R_t}{c_1}$$

Dacă această condiție este îndeplinită, armătura înclinată se pune constructiv.

Dacă însă înălțimea consolelor este limitată, se admit și eforturi unitare principale de întindere mai mari dar în orice caz să nu depășească valoarea $\sigma_1 = R_z$. In acest caz, la consolele lungi ($l_c \geqslant 0{,}9\ h_0$) calculul și dispoziția

Scanned with OKEN Scanner

barelor înclinate se face ca la grinzi, iar la consolele scurte ($l_c < 0{,}9\ h_0$) secţiunea necesară a barelor ridicate se determină cu formula (76)

$$A_{fi} = \frac{cT}{\sigma_c \mid \overline{2}}$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 32. Se dă diagrama forţelor tăietoare pentru o grindă dreptunghiulară simplă rezemată încărcată cu o sarcină uniformă distribuită şi cu sarcini concentrate. Grinda a fost

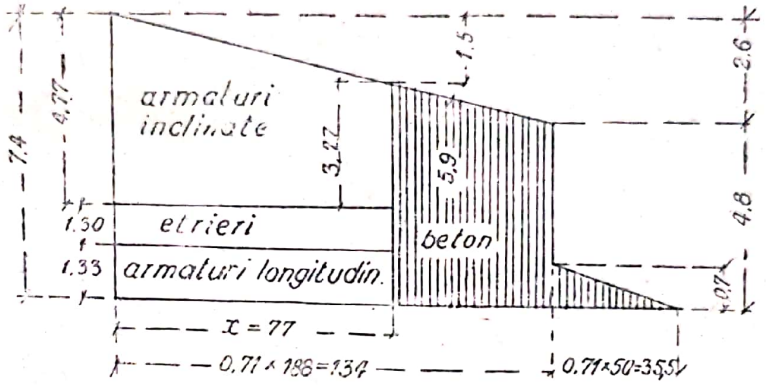


Fig. 20

dimensionată la încovoiere, cu beton *B* 140, oţel OLX00 şi coeficient de siguranţă 1,8, rezultând pentru secţiunea de beton dimensiunile 20 × 45 cm.

Se cere să se facă calculul la eforturile principale unitare.

C a l c u l. Pe baza diagramei forţelor tăietoare dată şi aplicând formula (71) în care se ia $z = 0{,}875\ h_0$, rezultă diagrama eforturilor unitare de întindere din figura 20.

$$z = 0{,}875\ h_0 = 0{,}875 \times 41{,}5 = 36{,}4 \text{ cm}.$$

La marginea reazemului:

$$\sigma_1 = \frac{5\,380}{20 \times 36{,}4} = 7{,}4 \text{ kg/cm}^2$$

In dreptul forţei concentrate:

$$\sigma_{1a} = \frac{3\,500}{20 \times 36{,}4} = 4{,}8 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{1b} = \frac{500}{30 \times 36{,}4} = 0{,}7 \text{ kg/cm}^2.$$

Deoarece valoarea cea mai mare a lui σ_1, (adică 7,4 kg/cm²) este cuprinsă între

$$\frac{R_t}{c_1} = \frac{13}{2{,}2} 5{,}9 \text{ kg/cm}^2 \text{ şi } \frac{R_i}{7} = \frac{135}{7} = 19{,}2 \text{ kg/cm}^2,$$

calculul se face împărţind eforturile unitare principale de întindere a betonului, barelor longitudinale, etrierilor şi barelor înclinate.

Se scoate din diagrama din fig. 20 partea preluată de beton

$$\sigma_b = \frac{R_t}{c_1} = \frac{13}{2{,}2} = 5{,}9 \text{ kg/cm}^2$$

Scanned with OKEN Scanner

Înălțimea din diagramă, corespunzătoare eforturilor unitare principale de întindere pe care le preia armătura longitudinală este

$$\sigma_l = 0{,}1\,(7{,}4 + 5{,}9) = 1{,}33 \text{ kg/cm}^2$$

Considerând etrieri simpli ⌀ 6 mm la 30 cm (conf. pct. 68 STAS 1546—50) aceștia preiau

$$\sigma_{etr} = \frac{0{,}28 \times 2\,500 \times 2}{30 \times 20 \times 1{,}8} = 1{,}3 \text{ kg/cm}^2$$

Partea rămasă din diagramă, care revine barelor înclinate, are su prafețe

$$A_i = \frac{4{,}77 + 3{,}27}{2}\,77 = 310 \text{ kg/cm}$$

Alunecarea corespunzătoare este

$$A_0 = 20 \times 310 = 6\,200 \text{ kg.}$$

Secțiunea barelor înclinate rezultă

$$A_{fi} = \frac{6\,200 \times 1{,}8}{2\,500} = 4{,}5 \text{ cm}^2$$

Exemplul 33. Se dă diagrama forțelor tăietoare în primul reazem intermediar al unei grinzi dreptunghiulare continui cu vute pe reazeme, încărcată cu o sarcină uniform distribuită Grinda a fost dimensionată la încovoiere, cu beton 110, oțel OLX00 și coeficient de siguranță

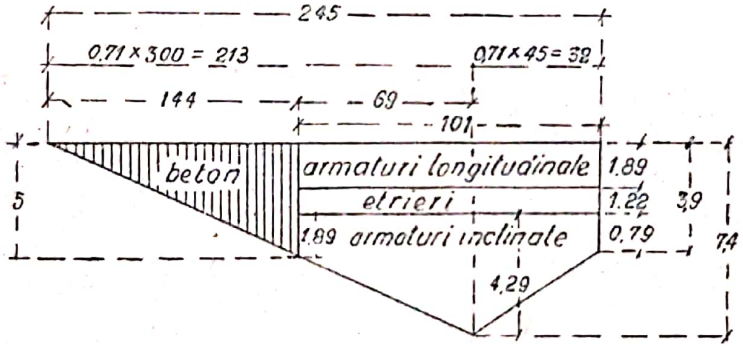


Fig. 21

1,8, rezultând o secțiune de beton în câmp de 25 × 45 cm și pe reazemul intermediar de 25 × 60 cm, vuta având dimensiunile 15 × 45 cm.

Se cere să se facă calculul la eforturile unitare principale pentru primul reazem intermediar.

C a l c u l. Pe baza diagramei forțelor tăietoare dată și aplicând formula (71) pentru determinarea eforturilor unitare principale de întindere pe porțiunea unde grinda are înălțime constantă și formula (72) pentru determinarea eforturilor unitare principale de întindere pe porțiunea unde grinda are înălțime variabilă (vută), rezultă diagrama eforturilor unitare principale de întindere din figura 21.

La marginea vutei (formula 71):

$$\sigma_1' = \frac{9\,000}{30 \times 0{,}875 \times 46{,}5} = 7{,}4 \text{ kg/cm}^2.$$

La marginea reazemului (formula 72):

$$\sigma_1 = \frac{10\,400}{25 \times 49{,}5} - \frac{950\,000\,\frac{1}{3}}{25 \times 56{,}5 \times 49{,}5} = 8{,}4 - 4{,}5 = 3{,}9 \text{ kg/cm}^2.$$

Deoarece valoarea cea mai mare a lui σ_1 (adică 7,4 kg/cm²) este cuprinsă între

$$\frac{R_t}{c_1} = \frac{11}{2{,}2} = 5 \text{ kg/cm}^2 \text{ și } \frac{R_i}{7} = \frac{110}{7} = 15{,}7 \text{ kg/cm}^2,$$

Scanned with OKEN Scanner

calculul se face împărțind eforturile unitare principale de întindere a betonului, barelor longitudinale, etrierilor și barelor înclinate.

Se scoate din diagrama din figura 21 partea preluată de beton

$$\sigma_b = \frac{R_t}{c_1} = \frac{11}{2{,}2} = 5 \text{ kg/cm}^2$$

Înălțimea din diagramă, corespunzătoare eforturilor unitare principale de întindere pe care le preia armătura longitudinală este

$$\sigma_l = \frac{0{,}4\ A}{a} = \varphi^a\ \sigma_1'$$

Valoarea coeficientului φ_α se extrage prin interpolare din tabela 32, pentru

$$\frac{\Delta}{a} = \frac{32}{101} = 0{,}32 \text{ și } \frac{\sigma_1}{\sigma_1'} = \frac{3{,}9}{7{,}4} = 0{,}53:$$

$$\varphi_a = 0{,}255$$

Pentru σ_l rezultă:

$$\gamma^a = \varphi_a\ \sigma_1' = 0{,}255 \times 7{,}4 = 1{,}89 \text{ kg/cm}^2$$

Considerând etrieri simpli ⌀ 7 mm la 35 cm, aceștia preiau

$$\sigma_{etr} = \frac{0{,}385 \times 2\,500 \times 2}{35 \times 25 \times 1{,}8} = 1{,}22 \text{ kg/cm}^2$$

Partea din diagramă, care revine barelor înclinate, are suprafața

$$A_i = \frac{1{,}89 + 4{,}29}{2} \times 69 + \frac{4{,}29 + 0{,}79}{2} 32 = 213 + 81 = 294$$

Alunecarea corespunzătoare este

$$A_0 = 25 \times 294 = 7\,340 \text{ kg}$$

Secțiunea barelor înclinate rezultă

$$A_{fi} = \frac{7\,340 \times 1{,}8}{2\,500} = 5{,}3 \text{ cm}^2$$

VI. CALCULUL ELEMENTELOR COMPRIMATE EXCENTRIC

A. Secțiuni dreptunghiulare cu armătură nesimetrică

Calculul elementelor comprimate excentric, de secțiune dreptunghiulară se face cu ajutorul acelorași tabele ca și calculul elementelor încovoiate (tabelele 14—17).

Momentul forțelor exterioare cNe în raport cu armătura A_f se determină, când în calcul nu se consideră influența flexibilității (dacă $\frac{l_f}{h} \leqslant 10$), prin formula:

$$cNe = cN\left(e_0 + \frac{h}{2} - a\right). \qquad (237)$$

Când se ține seamă de influența flexibilității (dacă $\frac{l_f}{h} > 10$) calculul se face prin formula:

$$cNe = cN\left(e_0 m + \frac{h}{2} - a\right), \tag{237 a}$$

unde

$$e_0 = \frac{M}{N};$$

m fiind un coeficient prin care se ține seamă de flexibilitate.

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile b și h ale secțiunii; eforturile N și M; a și a'; $\frac{l_f}{h}$; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f și A_f'.

Calcul. Se calculează $e = \frac{M}{N} + \frac{h}{2} - a$. Dacă trebue să se țină seamă de flexibilitate, atunci, din graficul 1, în funcție de $\frac{l_f}{h}$ și $\frac{cN}{bhR_i}$ se găsește valoarea lui m și

$$e = \frac{M}{N} \cdot m + \frac{h}{2} - a. \tag{238}$$

Se calculează valoarea lui

$$B = \frac{cNe}{bh_0^2}. \tag{239}$$

Armătura comprimată A_f' este necesară în cazul în care valoarea calculată pentru B depășește pe B_{lim} valoarea extremă de jos din tabelele 15—17 care corespunde capacității portante maxime a zonei comprimate și este egală cu 0,4 R_i.

$$A_f' = \frac{(B - B_{lim})\, bh_0^2}{\sigma_c\,(h - a')}. \tag{240}$$

Secțiunea armăturii întinse A_f, pentru cazul $e_0 > 0{,}3\ h_0$, se determină prin formula:

$$A_f = \frac{\mu_{lim}\, bh_0}{100} + A_f - \frac{cN}{\sigma_c}, \tag{241}$$

unde μ_{lim} este procentul de armare care în tabelele 15—17 corespunde lui B_{lim} și este egal cu $55\frac{R_i}{\sigma_c}\%$.

Pentru cazul când $0{,}3\ h_0 > e_0 > 0{,}15\ h_0$, marca betonului fiind 110 și mai mare și cu o armătură comprimată (A_f') de maximum 2%, secțiunea armăturii A_f se stabilește din condiția procentului minim de armare din tabela 15; în celelalte cazuri, pentru o excentricitate e, care se găsește între limitele indi-

Scanned with OKEN Scanner

cate mai sus, cum și în cazurile când $e_0 \leqslant 0{,}15\ h_0$, secțiunea armăturii A_f se determină prin formula:

$$A_f \geqslant \frac{cN\,(h_0 - e - a') - 0{,}4\,bh_0^2 R_i}{\sigma_c\,(h_0 - a')}. \qquad (241\ a)$$

Cazul B. Se dau: dimensiunile b și h ale secțiunii; eforturile N și M; a și a'; secțiunea armăturii A_f'; coeficientul de siguranță c; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează

$$e = \frac{M}{N} + \frac{h}{2} - a \qquad (242)$$

sau

$$e = \frac{M}{N}\,m + \frac{h}{2} - a \qquad (242\ a)$$

când $e_0 \geqslant 0{,}3\ h_0$, secțiunea armăturii A_f se determină în același mod ca și în cazul precedent.

Când $e_0 \leqslant 0{,}3\ h_0$, se calculează

$$M_f' = A_f' \sigma_c\,(h_0 - a') \qquad (243)$$

și se determină

$$B_I = \frac{cNe - M_f'}{bh_0^2}. \qquad (244)$$

In tabelele 15—17, pentru mărcile corespunzătoare de beton și de oțel, se găsește valoarea lui γ corespunzătoare lui B_I calculat.

Secțiunea armăturii este:

$$A_f = \frac{cNe - M_f'}{\gamma h_0 \sigma_c} + A_f' - \frac{cN}{\sigma_c} \qquad (245)$$

sau din valoarea lui μ_1 corespunzătoare lui B_I

$$A_f = \frac{\mu_I\, bh_0}{100} + A_f' - \frac{cN}{\sigma_c}. \qquad (245\ a)$$

In cazurile când valoarea din tabele pentru $\gamma h_0 > h_0 - a'$, secțiunea armăturii A_f se determină prin formula:

$$A_f = \frac{cNe}{\sigma_c\,(h_0 - a')} - \frac{cN}{\sigma_c}. \qquad (245\ b)$$

Cazul C. Se dau: dimensiunile b și h ale secțiunii; eforturile N și M; a și a'; secțiunile armăturii A_f și A_f'; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță c.

C a l c u l. Se calculează

$$c = \frac{M}{N} + \frac{h}{2} - a \qquad (246)$$

$$\alpha = \frac{A_f \sigma_c}{bh_0 R_i}; \quad \alpha' = \frac{A_f' \sigma_c}{bh_0 R_i} \qquad (247)$$

Scanned with OKEN Scanner

se determină

$$\bar{\alpha} = \alpha - \alpha' \frac{e - (h_0 - a')}{e}. \tag{248}$$

Din graficul 2, pentru valoarea calculată a lui $\bar{\alpha}$ și raportul $\frac{h_0}{e}$ se găsește valoarea lui $\frac{x}{h_0}$.

Dacă în acest caz $\frac{2a'}{h_0} < \frac{x}{h_0} \leqslant 0{,}553$, atunci se determină valoarea

$$C_b = bxR_i \text{ și } N_r = cN = C_b + (A_f' - A_f)\sigma_c \tag{249}$$

când

$$\frac{x}{h_0} < \frac{2a'}{h_0}$$

$$N_r = \frac{A_f \sigma_c (h_0 - a')}{e - (h_0 - a')}. \tag{250}$$

Dacă $\frac{x}{h_0} > 0{,}553$, valoarea forței normale de rupere se determină prin formula (105); totodată, în cazurile prevăzute la punctele 77 și 80, este necesară o verificare suplimentară prin formula (111).

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 34. Se dau: $N = 20{,}5$ t; $M = 9{,}5$ tm; dimensiunile secțiunii: $b = 30$ cm; $h = 45$ cm; $a = a' = 3{,}5$ cm; beton de marca 110; oțel de marca OLX00; $c = 2{,}0$; $\frac{l_f}{h} < 10$.

Se cere să se determine secțiunile armăturilor A_f și A_f'

C a l c u l. Se calculează

$$e = \frac{950{,}0}{20{,}5} + \frac{45}{2} - 3{,}5 = 65 \text{ cm}.$$

Se determină

$$B = \frac{2 \times 20\,500 \times 65}{30 \times 41{,}5^2} = 51{,}5 > 0{,}4 \times 110 \text{ kg/cm}^2.$$

Secțiunea armăturii va fi:

$$A_f' = \frac{(51{,}5 - 44) \times 30 \times 41{,}5^2}{2\,500\,(41{,}5 - 3{,}5)} = 4{,}1 \text{ cm}^2.$$

Deoarece

$$e_0 = \frac{950{,}0}{20{,}5} = 46{,}4 > 0{,}3\ h_0 = 12{,}5 \text{ cm}.$$

secțiunea armăturii va fi:

$$A_f = \frac{2{,}43 \times 30 \times 41{,}5}{100} + 4{,}1 - \frac{2 \times 20\,500}{2\,500} = 18{,}0 \text{ cm}^2$$

unde 2,43 este procentul de armare corespunzător lui B_{lim} din tabela 15.

Exemplul 35. Se dau: $N = 220$ t; $M = 6{,}0$ tm; $h = b = 60$ cm; $a = a' = 3{,}5$ cm; $c = 2{,}0$; beton de marca 110; oțel de marca OLX00; $\frac{l_f}{h} < 10$.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere să se determine secțiunile armăturilor A_f și A'_f.

C a l c u l. Se calculează

$$e = \frac{600,0}{220} + \frac{60}{2} - 3,5 = 29,23 \text{ cm}.$$

Se determină

$$B = \frac{2 \times 220\,000 \times 29,23}{60 \times 56,5^2} = 67,2 \text{ kg/cm}^2.$$

$$67,2 > 0,4 \times 110 = 44 \text{ kg/cm}^2.$$

$$A'_f = \frac{(67,2 - 44) \times 60 \times 56,5^2}{2\,500\,(56,5 - 3,5)} = 33,5 \text{ cm}^2.$$

deoarece

$$e_0 = \frac{600}{220} = 2,7 < 0,15\ h_0.$$

$$A_f = \frac{2 \times 220\,000\,(56,5 - 3,5 - 29,23) - 44,6 \times 56,5^2}{2\,500\,(56,6 - 3,5)} = 15,3 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 36. Se dau: $N = 30$ t; $M = 16$ tm; $h = 70$ cm; $b = 30$ cm; $a = a' = 3,5$ cm; $c = 2,0$; $A'_f = 7,0$ cm^2; $\frac{l_f}{h} = 16$, beton de marca 140; oțel de marca OLX00.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Deoarece $\frac{l_f}{h} = 16 > 10$, se determină prin graficul 1 valorile coeficientului m; cu ajutorul lui

$$n_1 = \frac{2 \times 30\,000}{30 \times 70 \times 135} = 0,21 \text{ și } \frac{l_f}{h} = 16,$$

se găsește în graficul 1, $m = 1,12$; deoarece

$$e_0 m = \frac{1\,600}{30} \times 1,12 = 59,5 > 0,3\ h_0 = 20 \text{ cm},$$

se determină

$$M'_f = 7 \times 2\,500\,(66,5 - 3,5) = 1\,100\,000 \text{ kg cm},$$

$$e = 59,5 + \frac{70}{2} - 3,5 = 91 \text{ cm},$$

$$cNe - M'_f = 2 \times 30\,000 \times 91 - 1\,100\,000 = 4\,350\,000 \text{ kg cm},$$

$$B_I = \frac{4\,350\,000}{30 \times 66,5^2} = 32,8$$

și din tabela 15, pentru $B_I = 32,8$ se găsește valoarea $\gamma = 0,855$;

$$\gamma h_0 = 57 \text{ cm} < h'_0 - a' = 63 \text{ cm};$$

$$A_f = \frac{4\,350\,000}{57 \times 2\,500} + 7,0 - \frac{2 \times 30\,000}{2\,500} = 13,5 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 37. Se dau: $N = 57$ t; $M = 25$ tm; dimensiunile secțiunii: $b = 40$ cm; $h = 60$ cm; $a = a' = 3,5$ cm; $A_f = 19$ cm^2; $A'_f = 30$ cm^2; beton de marca 110; oțel de marca OLX00: $\frac{l_f}{h} < 10$.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.
Înălțimea zonei comprimate a secțiunii se obține din graficul 2.
In prealabil se determină:

$$e = \frac{25}{57} + \frac{0,6}{2} - 0,035 = 0,705 \text{ m} = 70,5 \text{ cm};$$

$$\alpha = \frac{19 \times 2\,500}{40 \times 56,5 \times 110} = 0,19; \quad \alpha' = 0,19 \frac{30}{19} = 0,3;$$

$$\bar{\alpha} = 0,19 - 0,3 \frac{70,5 - 53}{70,5} = 0,115;$$

$$\frac{h_0}{e} = \frac{56,5}{70,5} = 0,8.$$

Din graficul 2, pentru

$$\bar{\alpha} = 0,115 \text{ și } \frac{h_0}{e} = 0,8$$

$$\frac{x}{h_0} = 0,345 < 0,553;$$

$$C_b = bxR_i = 40 \times 0,345 \times 56,5 \times 110 = 86\,000 \text{ kg};$$

prin formulele (99) sau (107);

$$cN = C_b - (A_f - A_f') \sigma_c = 86\,000 - (19 - 30)\,2\,500 = 113\,500 \text{ kg};$$

$$c = \frac{113\,500}{57\,000} = 1,99.$$

Valoarea lui C_b se poate determina, deasemenea, prin formula (108):

$$e' = e - (h_0 - a) = 70,5 - 53 = 17,5 \text{ cm};$$

$$C_b = \left[(56,5 - 70,5) + \sqrt{(56,5 - 70,5)^2 + \frac{2 \times (19 \times 70,5 - 30 \times 17,5)\,2\,500}{40 \times 111}}\right] 40 \times 110 =$$

$$= \left[-14 + \sqrt{196 + 815}\right] \times 4400 = (-14 + 33,4)\,4\,400 = 85\,500 \text{ kg},$$

$$cN = 85\,500 - (19 - 30)\ 2500 = 113\,000 \text{ kg},$$

$$c = \frac{113\,000}{57\,000} = 1,99.$$

B. Secțiuni dreptunghiulare cu armătură simetrică

Calculul elementelor comprimate excentric, de secțiune dreptunghiulară cu armătură simetrică, se face cu ajutorul tabelelor 26 și 27.

Când raportul $\frac{l_f}{h} > 10$, influența flexibilității se consideră ca și în cazul armării nesimetrice.

In tabele se dau valorile mărimilor $n_1 = \frac{cN}{bhR_i}$ în funcție de excentricitatea relativă $\frac{e_o}{h}$ (sau, când se ține seamă de flexibilitate, în funcție de $\frac{e_o}{h} m$) și procentul de armare $\mu_1 = \mu_1'$ sau $\alpha_1 = \alpha_1'$.

Scanned with OKEN Scanner

Valorile lui n_1, care se găsesc între liniile groase, corespund cazurilor când armarea simetrică dă o cantitate în exces față de cea nesimetrică, cu maximum 5%.

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: dimensiunile secțiunii b și h; eforturile M și N; a și a'; $\frac{l_f}{h}$; coeficientul de siguranță c; marca betonului și a armăturilor.

Se cere să se determine secțiunea armăturii simetrice $A_f = A'_f$.

Calcul. Se calculează.

$$n_1 = \frac{cN}{bhR_i} \text{ și } \frac{e_o}{h} = \frac{M}{Nh}. \tag{251}$$

Dacă trebue să se țină seamă de influența flexibilității $\left(\text{când } \frac{l_f}{h} > 10\right)$, se determină valoarea lui m cu ajutorul graficului 1 și se calculează valoarea $\frac{e_o}{h} m$.

Din tabelele 26 sau 27 pentru valorile lui $\frac{e_o}{h}\left(\text{sau } \frac{e_o}{h}m\right)$ și n_1, în funcție de marca betonului și a armăturii folosite, se găsește $\mu_1 = \mu'_1$;

$$A_f = A'_f = \frac{\mu_1 bh}{100} \tag{252}$$

Cazul B. Se dau: dimensiunile secțiunii b și h; eforturile M și N; a și a'; $\frac{l_f}{h}$: secțiunea armăturii $A_f = A'_f$; marca betonului și marca oțelului.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

Calcul. Când $\frac{l_f}{h} < 10$, se determină valoarea

$$\frac{e_o}{h} = \frac{M}{Nh} \text{ și } \mu_1 = \mu'_1 = \frac{A_f}{bh} \cdot 100. \tag{253}$$

Din tabelele 26 și 27 în funcție de raportul $\frac{a}{h}$ se găsește valoarea lui n_1 și $\frac{e_o}{h}$ pentru $\mu_1 = \mu'_1$ (pentru marca dată a betonului și a armăturii).

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{n_1 bhR_i}{N}. \tag{254}$$

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 38. Se dau: $N = 40{,}0$ t; $M = 10$ tm; $h = 50$ cm; $b = 40$ cm; $a = a' = 3{,}5$ cm; $c = 2$; beton de marca 110; oțel de marca OLX00; $\frac{l_f}{h} < 10$.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere să se determine secțiunea armăturii.

C a l c u l. Se determină valoarea:

$$n_1 = \frac{2 \times 40\,000}{50 \times 40 \times 110} = 0{,}364;$$

$$\frac{e_0}{h} = \frac{1\,000}{40 \times 50} = 0{,}500;$$

$$\frac{a}{h} = \frac{3{,}5}{50} = 0{,}07.$$

Din tabela 27 pentru $n_1 = 0{,}364$ și $\frac{e_0}{h} = 0{,}500$ se găsește $\mu_1 = \mu_1' = 0{,}35$.

$$A_f = A_f' = \frac{0{,}35 \times 50 \times 40}{100} = 7{,}0 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 39. Se dau: $N = 55$ t; $M = 20$ tm; $h = 60$ cm; $b = 30$ cm; $a = a' = 5{,}0$ cm; $A_f = A_f' = 18{,}0$ cm²; beton de marca 140; oțel de marca OLX00; $\frac{l_f}{h} < 10$.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță c.

C a l c u l. Se determină valoarea:

$$\frac{e_0}{h} = \frac{2\,000}{55 \times 60} = 0{,}610;$$

$$\mu_1 = \mu_1' = \frac{18}{60 \times 30} \cdot 100 = 1{,}0\%$$

$$\frac{a}{h} = \frac{5{,}0}{60} = 0{,}083.$$

Din tabela 27, pentru $\mu_1 = \mu_1'$ și pentru $\frac{e_0}{h}$ se găsește $n_1 = 0{,}46$.

Coeficientul de siguranță va fi:

$$c = \frac{0{,}46 \times 30 \times 60 \times 135}{55\,000} = 2{,}04$$

C. Secțiuni în T

Calculul elementelor comprimate excentric, cu secțiunea în T, se face cu ajutorul tabelelor 21, 22 și 28.

In tabela 28 se dau valorile coeficienților B_{0c} și α_c pentru determinarea momentului maxim pe care-l preia zona comprimată a betonului și valorile procentului respectiv de armare, calculate prin formulele

$$B_{0c} = 0{,}4\left[1 + 2\frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right)\right] \tag{225}$$

$$\alpha_c = 1 + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{b_p}{b} - 1\right) - 0{,}45\sqrt{1 + 2\left(\frac{b_p}{b} - 1\right)\frac{h_p}{h_0}\left(1 - 0{,}5\frac{h_p}{h_0}\right) + \frac{h_p}{h_0}\left(\frac{h_p}{b} - 1\right)} \tag{256}$$

Scanned with OKEN Scanner

Cazul A. Se dau: dimensiunile secţiunii b, h, b_p şi h_p, eforturile N şi M; a şi a'; coeficientul de siguranţă c; marca betonului şi marca oţelului.

Se cere să se determine secţiunea armăturilor A_f şi A_f'.

C a l c u l. Când

$$\frac{l_f}{h} \leqslant 35\,\xi \tag{257}$$

se calculează

$$e = e_0 + \frac{h}{2} - a; \tag{258}$$

când

$$\frac{l_f}{h} > 35\,\xi \quad (\xi + \text{din tabela 10})$$

se calculează

$$e = e_0\,m + \frac{h}{2} - a \tag{259}$$

unde m se determină cu ajutorul graficului 1.

Se calculează valoarea lui

$$B_0 = \frac{cNe}{b\,h_0^2\,R_i}. \tag{260}$$

Când $B_0 \leqslant B_{0p}$ (unde B_{0p} este valoarea care se determină cu ajutorul tabelei 21 în funcţie de $\left(\frac{b_p}{b} \text{ şi } \frac{h_p}{h_0}\right)$, secţiunea se calculează ca o secţiune dreptunghiulară, cu lăţimea b_p.

Când $B_0 > B_{0p}$, calculul se face ţinând seamă de compresiunea din inimă; totodată, dacă $B_0 > B_{0c}$ (unde B_{0c} este mărimea care se determină din tabela 28), secţiunea armăturii A_f' se determină prin formula:

$$A_f' = \frac{(B_0 - B_{0c})\,bh_0^2\,R_i}{\sigma_c\,(h_0 - a')} \tag{261}$$

şi secţiunea armăturii A_f se determină prin formula:

$$A_f = \alpha_c \frac{R_i}{\sigma_c} bh_0 + A_f' - \frac{cN}{\sigma_c} \tag{262}$$

(unde α este o mărime care se ia din tabela 28).

Când $B_0 < B_{0c}$, calculul se face conform cazului *B*.

Cazul B. Se dau: dimensiunile secţiunii b, h, b_p şi h_p; eforturile M şi N; a şi a'; secţiunea armăturii A_f'; coeficientul de siguranţă c; marca betonului şi marca oţelului.

Se cere să se determine secţiunea armăturii A_f.

Scanned with OKEN Scanner

C a l c u l. Se verifică condiția

$$B_{0II} = \frac{cNe - A'_f \sigma_c (h_0 - a')}{bh_0^2 R_i} \leqslant B_{0c}, \qquad (263)$$

unde B_{0c} este un coeficient care se ia din tabela 28, în funcție de valoarea lui $\frac{b_p}{b}$ și $\frac{h_p}{h_0}$.

Dacă această condiție nu este îndeplinită, secțiunea armăturii A'_f este insuficientă și trebue sporită.

Dacă $B_{0II} < B_{0c}$, atunci în tabela 22 se găsesc valorile coeficienților B_{0sb} și α_{sb}.

Se determină $B_{0I} = B_{0II} - B_{0sb}$ și pentru valoarea lui B_{0I}, în tabela 16, pentru elementele încovoiate de secțiune dreptunghiulară, se găsește valoarea lui α_I (sau pentru $B_I = B_{0I} R_i$ se găsește valoarea lui μ_I).

Secțiunea armăturii A_f se calculează prin formula:

$$A_f = (\alpha_I + \alpha_{sb}) bh_0 \frac{R_i}{\sigma_c} + A'_f - \frac{cN}{\sigma_c} \qquad (264)$$

sau prin formula

$$A_f = \left(\mu_1 + \alpha_{sb} \frac{R_i}{\sigma_c}\right) bh_0 + A'_f - \frac{cN}{\sigma_c}. \qquad (265\ a)$$

Dacă valoarea lui A_f se obține negativă, secțiunea armăturii A_f trebue fixată din condiția procentului minim de armare, verificând în prealabil dacă armătura A_f nu este necesară pentru compresiune, folosind formula:

$$A_f = \frac{cNe\,(h - a' - e) - R_{pr} S'_0}{\sigma_c (h_0 - a')} \qquad (265)$$

Valoarea lui S'_0 nu trebue să se ia mai mare decât $0{,}55\, bh_0^2$.

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 40. Se dau: $N = 90$ t; $M = 28$ cm; b $= 30$ cm; h $= 50$ cm; $b_p = 150$ cm; $h_p = 10$ cm; $a = a' = 3{,}5$ cm; beton de marca 110; oțel de marca OLX00; $c = 2{,}2$; $\frac{l_f}{h} \leqslant 35$ ξ

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f și A'_f.

Se calculează:

$$e = \frac{2\,800}{90} + \frac{50}{2} - 3{,}5 = 52{,}8;$$

$$B_0 = \frac{2{,}2 \times 90\,000 \times 52{,}8}{30 \times 46{,}5^2 \times 110} = 1{,}47.$$

Când

$$\frac{b_p}{b} = \frac{150}{30} = 5 \text{ și } \frac{h_p}{h_0} = \frac{10}{46{,}5} = 0{,}215,$$

Scanned with OKEN Scanner

din tabela 28 se găsește valoarea lui $B_{0c} = 1{,}015$ și $\alpha_c = 1{,}15$.

$$A_f' = \frac{(1{,}47 - 1{,}015) \times 30 \times 46{,}5^2 \times 110}{2\,500\,(46{,}5 - 3{,}5)} = 30{,}0 \text{ cm}^2.$$

$$A_f = 1{,}15 \frac{110}{2\,500} \times 30 \times 46{,}5 + 30{,}0 - \frac{2{,}2 \times 90\,000}{2\,500} = 28{,}5 \text{ cm}^2.$$

Exemplul 41. Se dau: $N = 80$ t; $M = 19$ tm; $b = 30$ cm; $h = 50$ cm; $b_p = 150$ cm; $h_p = 10$ cm; $a = a' = 3{,}5$ cm; $A_f' = 8{,}0$ cm²; $c = 2{,}2$; beton de marca 110; oțel de marca OLX00

$$e = 45{,}2 \text{ cm}; \quad \frac{l_f}{h} < 35\,\xi.$$

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează:

$$\frac{b_p}{b} = \frac{150}{30} = 5 \text{ și } \frac{h_p}{h_0} = \frac{10}{46{,}5} = 0{,}215.$$

In tabela 28 se găsește valoarea lui $B_{0c} = 1{,}01$ și $\alpha_c = 1{,}15$.
Se verifică condiția

$$B_{0II} = \frac{2{,}2 \times 80\,000 \times 45{,}2 - 8 \times 2\,500 \times (46{,}5 - 3{,}5)}{30 \times 46{,}5^2 \times 110} = 0{,}990 < 1{,}01.$$

In tabela 22 se găsește $B_{0sb} = 0{,}767$ și $\alpha_{sb} = 0{,}86$.
Se determină

$$B_{0I} = 0{,}990 - 0{,}767 = 0{,}223.$$

In tabela 16 se găsește $\alpha_I = 0{,}225$ corespunzător lui $B_{0I} = 0{,}223$;

$$A_f = (0{,}255 + 0{,}86)\, 30 \times 46{,}5 \frac{110}{2\,500} + 8 - \frac{2{,}2 \times 80\,000}{2\,500} = 6{,}0 \text{ cm}^2.$$

D. Secțiuni inelare (tubulare)

Calculul elementelor comprimate excentric, de secțiune inelară (tubulară), armătura fiind uniform repartizată pe perimetru, când $n_1 \leqslant 0{,}5$ se face cu ajutorul tabelei 20

In tabela 28 se dau valorile lui

$$n_1 = \frac{cN}{AR_i} \text{ și } \alpha = \frac{A_f \sigma_c}{A \cdot R_i} \tag{266}$$

pentru calcul prin formula

$$cN = n_1 AR_i; \tag{267}$$

tabela s'a întocmit în ipoteza că

$$r_m = \frac{r_1 + r_2}{2}. \tag{268}$$

Scanned with OKEN Scanner

Cazul A. Se dau: dimensiunile secţiunii r_1 şi r_2; eforturile N şi M; coeficientul de siguranţă c; marca betonului şi marca oţelului.

Se cere să se determine secţiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează:

$$n_1 = \frac{cN}{AR_i} \text{ şi } \frac{e_0}{r_m} = 2\frac{e_0}{r_1 + r_2} = 2\frac{M}{N(r_1 + r_2)}. \quad (269)$$

In tabela 29 se găseşte valoarea lui α

$$A_f = \alpha \frac{R_i A}{\sigma_c}. \quad (270)$$

Când $n_1 > 0{,}5$ secţiunea se alege direct prin formula (135).

Cazul B. Se dau: dimensiunile secţiunii r_1 şi r_2 ; eforturile N şi M; secţiunea armăturii A_f; marca betonului şi armăturilor.

Se cere să se determine coeficientul de siguranţă c.

Se calculează

$$\alpha = \frac{A_f \cdot \sigma_c}{R_i \cdot A} \text{ şi } \frac{e_0}{r_m} = \frac{2M}{N(r_1 + r_2)}. \quad (271)$$

In tabela 29 se găseşte valoarea lui n_1

$$c = n_1 \frac{R_i \cdot A}{N}. \quad (272)$$

Când $n_1 > 0{,}5$, coeficientul de siguranţă se determină direct prin formula (134).

Când flexibilitatea este $\frac{l_f}{d} > 8$, calculul secţiunilor inelare, pentru cazul A şi pentru cazul B, trebue făcut pentru o excentricitate relativă $\frac{e_0}{r_m}$ m.

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 42. Se dau: $r_1 = 19$ cm; $r_2 = 25$ cm; $N = 23$ t; $M = 7{,}7$ tm; $c = 2{,}2$; $a = 3$ cm; beton de marca 200; oţel de marca OLX00.

Se cere să se determine secţiunea armăturii A_f.

C a l c u l. Se calculează:

$$A = \pi (25^2 - 19^2) = 828 \text{ cm}^2;$$

$$n_1 = \frac{2{,}2 \times 23\,000}{180 \times 828} = 0{,}340$$

$$\frac{e_0}{r_m} = \frac{2 \times 770}{23 \times (25 + 19)} = 1{,}52.$$

In tabela 29 se găseşte $\alpha = 0{,}35$

$$A_f = 0{,}35 \times \frac{180}{2\,500} \times 828 = 20{,}8 \text{ cm}^2.$$

Scanned with OKEN Scanner

E. Secțiuni circulare

Calculul elementelor comprimate excentric de secțiune circulară se face cu ajutorul tabelelor 30 și 31

In tabele se dau valorile lui $n_1 = \frac{cN}{AR_i}$ pentru calculul prin formula:

$$cN = n_1 AR_i . \tag{273}$$

Tabelele s'au întocmit pentru $\frac{a}{d} = 0{,}05$ și $0{,}08$.

Ordinea de calcul

Cazul A. Se dau: eforturile N și M; diametrul d; coeficientul de siguranță c; marca betonului și a armăturilor.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f,

C a l c ul. Se calculează

$$n_1 = \frac{cN}{AR_i} \text{ și } \frac{e_0}{d} = \frac{M}{Nd} ; \tag{274}$$

din tabelele 30 și 31 se găsește valoarea lui α și μ_1.

$$A_f = \alpha \frac{R_i}{\sigma_c} A \quad \text{sau} \quad A_f = \frac{\mu_1 A}{100} . \tag{275}$$

Cazul B. Se dau: eforturile N și M; d și A_f; marca betonului și a armăturilor.

Se cere să se determine coeficientul de siguranță.

Se calculează:

$$\alpha = \frac{A_f}{A} \frac{\sigma_c}{R_i} \tag{276}$$

sau

$$\mu_1 = \frac{A_f}{A} 100 ; \text{ pentru } \frac{e_0}{d} = \frac{M}{Nd} \text{ și } \alpha \text{ (sau } \mu\%).$$

In tabelele 30 sau 31 se găsește valoarea lui n_1; coeficientul de siguranță va fi:

$$c = n_1 \frac{AR_i}{N} . \tag{277}$$

Când flexibilitatea este $\frac{l_f}{d} > 8$, calculul secțiunilor circulare, atât pentru cazul A, cât și pentru cazul B, trebue făcut pentru o excentricitate relativă $\frac{e_0}{d} m$.

Exemplul 43. Se dau: $N = 51$ t; $M = 11{,}5$ tm; $d = 50$ cm; $c = 2{,}2$; beton de marca 140; oțel de marca OLX00; $a = 3{,}5$ cm.

Se cere să se determine secțiunea armăturii A_f.

Se calculează

$$A = \frac{\pi\, 50^2}{4} = 1\,965 \text{ cm}^2;$$

$$n_1 = \frac{2{,}2 \times 51\,000}{1\,965 \times 135} = 0{,}432;$$

$$\frac{e_0}{d} = \frac{11{,}5}{51 \times 0{,}5} = 0{,}451.$$

In tabela 31 se găsește $\mu_1 = 1{,}73\%$.

$$A_f = \frac{1{,}73}{100} \times 1\,965 = 34 \text{ cm}^2.$$

F. Considerarea influenței flexibilității în calculul elementelor comprimate excentric

Considerarea influenței flexibilității în planul de acțiune al momentului se face prin sporirea excentricității e_0 a forței normale N, cu m.

Pentru determinarea valorii lui m, se poate folosi graficul I (v. Anexa 2).

In calculul secțiunilor dreptunghiulare ale elementelor comprimate excentric, valorile lui m se iau din grafic, în funcție de valoarea lui

$$n_1 = \frac{cN}{bhR_i} \text{ și } \frac{l_f}{h}. \tag{279}$$

In calculul secțiunilor în T ale elementelor comprimate excentric, valorile lui m se iau din grafic, în funcție de valorile

$$n_{T1} = \frac{cN}{bhR_i}\rho \text{ și } \frac{l_f}{h}. \tag{280}$$

Valorile lui ρ, în funcție de raportul $\frac{b_p}{b}$ și $\frac{h_p}{h}$ sunt date în tabela 11.

Tabela 11

Valorile lui ρ

$\frac{h_p}{h}$ \ $\frac{b_p}{b}$	2	3	4	5	6	8	10	12	15
0,10	0,820	0,709	0,640	0,588	0,555	0,500	0,455	0,438	0,417
0,15	0,782	0,666	0,595	0,555	0,521	0,463	0,435	0,417	0,392
0,20	0,756	0,641	0,568	0,526	0,505	0,463	0,435	0,417	0,392
0,25	0,735	0,629	0,568	0,526	0,505	0,463	0,435	0,417	0,392
0,30	0,725	0,617	0,568	0,526	0,505	0,463	0,435	0,417	0,392
0,35	0,725	0,617	0,568	0,526	0,490	0,463	0,435	0,397	0,392
0,40	0,714	0,617	0,555	0,513	0,490	0,446	0,417	0,397	0,370
0,45	0,710	0,610	0,555	0,513	0,476	0,431	0,384	0,362	0,317
0,50	0,710	0,610	0,544	0,500	0,463	0,403	0,370	0,333	0,290

Scanned with OKEN Scanner

In calculul secţiunilor inelare şi circulare ale elementelor comprimate excentric, valorile lui m se iau din grafic, în funcţie de mărimile

$$n_{0i} = 1{,}33\,\frac{cN}{AR_i} \quad \text{şi} \quad \frac{l_f}{d} = \frac{l_f}{h}. \tag{281}$$

G. Calculul elementelor comprimate excentric, supuse acţiunii simultane a unei forţe longitudinale şi al momentelor încovoietoare pe direcţia ambelor axe principale (compresiune excentrică oblică)

Ordinea de calcul

Calculul elementelor la compresiune excentrică oblică se face în modul următor:

1) se determină coeficientul convenţional de siguranţă c_x, numai pentru secţiunea forţei longitudinale şi a unui moment pe direcţia uneia dintre axele principale (axa X);

2) se determină coeficientul convenţional de siguranţă c_y, numai pentru acţiunea forţei longitudinale şi a unui moment pe direcţia celeilalte axe principale (axa Y).

3) se determină coeficientul convenţional de siguranţă c_0, numai pentru acţiunea forţei longitudinale aplicate centric;

4) se determină coeficientul de siguranţă real prin formula:

$$c = \frac{1}{\frac{1}{c_x} + \frac{1}{c_y} - \frac{1}{c_0}} \tag{282}$$

La determinarea coeficienţilor convenţionali de siguranţă c_x şi c_y, flexibilitatea elementului se ia în consideraţie conform punctului 75. Determinarea coeficientului m şi a valorii lui $n_1 = \frac{cN}{AR_i}$ se face pentru coeficientul de siguranţă real dat. Coeficientul de siguranţă real c_o se calculează fără a se ţine seamă de flexibilitate.

La determinarea coeficientului de siguranţă c_x şi c_y, armătura se ia în consideraţie în fiecare caz, pentru feţele respective ale elementului, iar barele de colţ se consideră atât în primul, cât şi în al doilea caz.

La determinarea coeficientului de siguranţă c_o, se consideră secţiunea totală a armăturii.

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul 44. Se dau: $N = 90$ t; $M_x = 9$ tm; $M_y = 5$ tm; $b = 45$ cm; $h = 70$ cm; $l_f = 8{,}0$ m.

Armătura este reprezentată în fig. 22; beton de marca 110; oţel de marca OLX00.

Se cere să se verifice dacă secţiunea satisface coeficientul de siguranţă $c = 2$.

Se calculează

$$n_1 = \frac{cN}{bhR_i} = \frac{90\,000 \times 2}{45 \times 70 \times 110} = 0{,}52.$$

Se determină c_x:

$$\frac{l_f}{h} = \frac{8}{0{,}7} = 11{,}4.$$

Scanned with OKEN Scanner

Din graficul 1, pentru $\frac{l_f}{h} = 11{,}4$ și $n_1 = 0{,}52$; $m_x = 1{,}2$:

$$\frac{e_0}{h} m_x = \frac{9 \times 1{,}2}{90 \times 0{,}7} = 0{,}157;$$

$$A_f = A'_f = 4 \varnothing 22 = 15{,}2 \text{ cm}^2;$$

$$\mu_1 = \mu'_1 = \frac{15{,}2 \times 100}{45 \times 70} = 0{,}483\%;$$

$$\frac{a}{h} = \frac{a'}{h} = \frac{3{,}5}{70} = 0{,}05.$$

Din tabela 26 pentru $\frac{e_0}{h} \cdot m = 0{,}157$ și $\mu_1 = \mu'_1 = 0{,}485\%$; $n_1 = 0{,}759$

$$c_x = \frac{0{,}759}{0{,}52} \times 2 = 2{,}92.$$

Se determină c_y:

$$\frac{l_f}{h} = \frac{8}{0{,}45} = 17{,}8.$$

Din graficul 1, pentru $\frac{b}{h} = 17{,}8$ și $n_1 = 0{,}52$, avem $m_y = 1{,}7$

$$\frac{e_0}{h} m_y \cdot = \frac{5 \times 1{,}7}{90 \times 0{,}45} = 0{,}21;$$

$$A_f = A'_f = 2 \varnothing 22 + 2 \varnothing 16 = 11{,}62 \text{ cm}^2;$$

$$\mu_1 = \mu'_1 = \frac{11{,}62 \times 100}{45 \times 70} = 0{,}37\%;$$

$$\frac{a}{h} = \frac{a'}{h} = \frac{3{,}5}{45} = 0{,}08.$$

Din tabela 27, pentru $\frac{e_0}{h} m = 0{,}21$ și $\mu_1 = \mu'_1 = 0{,}37$;

$$n_1 = 0{,}649$$

$$c_y = \frac{0{,}649}{0{,}52} \times 2 = 2{,}5.$$

Se determină c_0:

$$\Sigma A_f = 8 \varnothing 22 + 4 \varnothing 16 = 38{,}44 \text{ cm}^2;$$

$$c_0 = \frac{88 \times 45 \times 70 + 38{,}44 \times 2\,500}{9\,000} = 4{,}16.$$

Coeficientul real de siguranță va fi:

$$c = \frac{1}{\frac{1}{2{,}92} + \frac{1}{2{,}5} - \frac{1}{4{,}16}} = 1{,}99 \sim 2{,}0.$$

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 2

TABELE ŞI GRAFICE

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 12

Expresia $\dfrac{R_{pr} + \mu\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\,\sigma_c}{c}$

pentru calculul secțiunilor elementelor comprimate centric (pentru $c = 2$ **și** $\sigma_c = 2500$ **kg/cm²)**

Marca betonului	R_{pr} kg/cm²	$\mu_s = \dfrac{A_{fs}}{A_{bs}}$	$\mu = A_f/A_{bs}$						
			0,008	0,010	0,012	0,015	0,020	0,025	0,030
140	108	0,01	92,25	97,75	100,25	103,99	110,25	116,50	122,75
170	125		103,75	106,25	108,71	112,46	118,71	124,96	131,21
200	145		113,85	116,34	118,83	122,58	128,83	135,08	141,33
250	175		128,69	131,19	133,68	136,99	143,68	149,93	156,18
140	108	0,02	126,50	129,00	131,49	135,24	141,50	147,75	154,00
170	125		134,96	137,46	139,95	143,74	149,95	156,20	162,45
200	145		145,08	147,58	150,07	153,86	160,07	166,32	172,57
250	175		159,93	162,43	164,92	168,71	174,92	181,17	187,42
140	108	0,03	157,75	160,25	162,25	166,25	172,72	179,00	185,25
170	125		166,20	168,70	171,19	174,94	181,08	187,44	193,09
200	145		176,32	178,82	181,31	185,06	191,20	197,56	203,81
250	175		191,17	193,67	196,16	199,91	206,05	212,41	218,66

Scanned with OKEN Scanner

Expresia $\frac{cN}{\varphi}$ pentru calculul secțiunilor elementelor comprimate centric

Tabela 13

Secțiunea betonului în cm²	σ_c		Procentul de armare – $\mu\%$												
	2500 kg/cm² 3500 kg/cm²		0,5	0,6 0,5	0,8 0,57	1,0 0,76	1,2 0,86	1,4 1,00	1,6 1,14	1,8 1,28	2,0 1,42	2,2 1,56	2,4 1,72	2,6 1,85	3,0 2,15
25 × 25 $A = 625$	betonului	110	—	—	68	71	74	77	80	83	86	89	93	96	102
		140	—	—	80	83	86	89	93	96	99	102	105	108	114
		170	—	—	91	94	97	100	103	106	109	113	116	119	125
		200	—	—	103	106	109	113	116	119	122	125	128	131	138
25 × 30 $A = 750$		110	—	77	81	85	88	92	96	100	104	107	111	115	122
		140	—	92	96	100	104	107	111	115	119	122	126	130	137
		170	—	105	109	113	116	120	124	128	131	135	139	143	150
		200	—	120	124	128	131	135	139	143	146	150	154	158	165
30 × 30 $A = 900$		110	90	93	97	102	106	111	115	120	124	129	133	138	147
		140	108	111	115	120	124	129	133	138	142	147	151	156	165
		170	124	126	131	135	140	144	149	153	158	162	167	171	180
		200	142	144	149	153	158	162	167	171	176	180	185	189	198
30 × 35 $A = 1050$		110	106	108	114	119	125	129	135	140	145	150	156	161	171
		140	127	129	135	140	145	150	156	161	166	171	177	182	192
		170	144	147	152	158	162	168	174	179	184	189	194	200	210
		200	165	168	174	179	184	189	194	200	205	210	215	221	231
30 × 40 $A = 1200$		110	121	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	196
		140	145	148	154	160	166	172	178	184	190	196	202	208	220
		170	165	168	174	180	186	192	198	204	210	216	222	228	240
		200	189	192	198	204	210	216	222	228	234	240	246	252	264

Scanned with OKEN Scanner

	Marca														
40 × 40		110	161	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	261
$A = 1600$		140	193	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	293
		170	220	224	232	240	248	256	264	272	280	288	296	304	320
		200	252	256	264	272	280	288	296	304	312	320	328	336	352
40 × 50		110	201	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	306	326
$A = 2000$		140	241	246	256	266	276	286	296	306	316	326	336	346	366
		170	275	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	400
		200	315	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	440
50 × 50		110	251	257	270	282	295	307	320	332	345	357	370	382	407
$A = 2500$		140	301	307	320	332	345	357	370	382	395	407	420	432	458
		170	344	350	363	375	388	400	413	425	438	450	463	475	500
		200	394	400	413	425	438	450	463	475	488	500	513	525	550
50 × 60		110	302	309	324	339	354	369	384	399	414	429	444	459	489
$A = 3000$		140	362	369	384	399	414	429	444	459	474	489	504	519	549
		170	413	420	435	450	465	480	495	510	525	540	555	570	600
		200	473	480	495	510	525	540	555	570	585	600	615	630	660
60 × 60		110	362	371	389	407	425	443	461	479	497	515	533	551	587
$A = 3600$		140	434	443	461	479	497	515	533	551	569	587	605	623	659
		170	495	504	522	540	558	576	594	612	630	648	666	684	720
		200	567	576	594	612	630	648	666	684	702	720	738	756	792
60 × 70		110	422	433	454	475	496	517	538	559	580	601	622	643	685
$A = 4200$		140	506	517	538	559	580	601	622	643	664	685	706	727	769
		170	578	588	609	630	651	672	693	714	735	756	777	798	840
		200	662	672	693	714	735	756	777	798	819	840	861	882	924
70 × 70		110	492	504	529	553	578	602	627	651	676	700	725	749	798
$A = 4900$		140	590	602	627	651	676	700	725	749	774	798	823	847	896
		170	674	686	711	735	760	784	809	833	858	882	907	931	980
		200	772	784	809	833	858	882	907	931	956	980	1005	1029	1078

Observație. Pentru elementele cu secțiuni transversale pline sau cu procente de armare — neindicate în tabelă, valoarea expresiei $\frac{eN}{\varphi}$ se va interpola liniar.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 14

Calculul secțiunilor dreptunghiulare și în T ale elementelor din beton de mărcile 50, 70 și 90 și oțel cu limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm²

μ%	Marca betonului									μ%
	50			70			90			
	r	γ	B	r	γ	B	r	γ	B	
0,04	1,005	0,960	0,99	1,004	0,971	0,99	1,004	0,972	0,99	0,04
0,06	0,824	0,960	1,48	0,822	0,971	1,48	0,822	0,972	1,49	0,06
0,08	0,715	0,960	1,96	0,713	0,971	1,97	0,712	0,972	1,97	0,08
0,10	0,641	0,960	2,44	0,640	0,971	2,45	0,637	0,972	2,47	0,10
0,12	0,586	0,960	2,91	0,584	0,971	2,94	0,583	0,972	2,95	0,12
0,14	0,544	0,960	3,38	0,542	0,971	3,41	0,540	0,972	3,43	0,14
0,16	0,510	0,960	3,84	0,508	0,971	3,89	0,507	0,972	3,91	0,16
0,18	0,483	0,955	4,30	0,480	0,968	4,36	0,478	0,972	4,39	0,18
0,20	0,459	0,950	4,75	0,456	0,964	4,82	0,454	0,972	4,86	0,20
0,25	0,414	0,935	5,86	0,410	0,955	5,97	0,408	0,965	6,03	0,25
0,30	0,380	0,925	6,94	0,375	0,946	7,10	0,373	0,958	7,19	0,30
0,35	0,354	0,913	7,98	0,349	0,938	8,20	0,347	0,951	8,32	0,35
0,40	0,333	0,900	9,00	0,328	0,929	9,29	0,326	0,944	9,44	0,40
0,45	0,316	0,888	9,98	0,312	0,920	10,35	0,308	0,937	10,54	0,45

Scanned with OKEN Scanner

0,50	0,302	0,875	10,94	0,296	0,911	11,38	0,294	0,930	11,63	0,50
0,55	0,290	0,863	11,86	0,284	0,902	12,40	0,281	0,924	12,70	0,55
0,60	0,280	0,850	12,75	0,273	0,893	13,39	0,270	0,917	13,75	0,60
0,65	0,271	0,838	13,61	0,264	0,884	14,36	0,260	0,910	14,78	0,65
0,70	0,263	0,825	14,44	0,256	0,875	15,31	0,252	0,903	15,80	0,70
0,75	0,256	0,813	15,23	0,248	0,866	16,24	0,244	0,896	16,80	0,75
0,80	0,250	0,800	16,00	0,242	0,857	17,14	0,237	0,889	17,78	0,80
0,85	0,245	0,788	16,73	0,236	0,848	18,02	0,231	0,882	18,74	0,85
0,90	0,240	0,775	17,44	0,231	0,839	18,89	0,226	0,875	19,69	0,90
0,95	0,235	0,763	18,11	0,226	0,830	19,72	0,220	0,868	20,62	0,95
1,00	0,231	0,750	18,75	0,220	0,822	20,69	0,216	0,861	21,53	1,00
1,10	—	—	—	0,213	0,804	22,10	0,207	0,847	23,30	1,10
1,20	—	—	—	0,206	0,786	23,57	0,200	0,833	25,00	1,20
1,30	—	—	—	0,200	0,769	24,96	0,194	0,819	26,63	1,30
1,40	—	—	—	0,195	0,750	26,25	0,188	0,806	28,19	1,40
1,50	—	—	—	—	—	—	0,184	0,792	29,89	1,50
1,60	—	—	—	—	—	—	0,179	0,778	31,11	1,60
1,70	—	—	—	—	—	—	0,176	0,764	32,47	1,70
1,80	—	—	—	—	—	—	0,172	0,750	33,75	1,80

$$cM = B\,b\,h_0^2;$$

$$A_f = \mu \frac{bh_0}{100}\ ;\ \text{sau}\ A_f = \frac{cM}{\gamma h_0 \sigma_c}$$

$$h_0 = r\sqrt{\frac{cM}{b}}$$

Mărimi:

M — kg. cm; b şi h_0 — cm;

σ_c — kg/cm²; A_f — cm²

Observaţie. Valorile întabulate, situate deasupra liniei groase superioare, se referă numai la secţiunile în T.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 15

Calculul secţiunilor dreptunghiulare şi în T ale elementelor din beton din mărcile 110, 140, 170 200 şi oţel, cu limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm²

μ%	110			140			170			200			μ%
	r	γ	B	r	γ	B	r	γ	B	r	γ	B	
0,04	1,002	0,977	1,00	1,002	0,981	1,00	1,002	0,976	1,00	1,001	0,979	1,00	0,04
0,06	0,820	0,977	1,49	0,820	0,981	1,49	0,820	0,976	1,49	0,820	0,979	1,49	0,06
0,08	0,712	0,977	1,98	0,710	0,981	1,98	0,710	0,976	1,99	0,710	0,979	1,99	0,08
0,10	0,636	0 977	2,47	0,635	0,981	2,48	0,635	0,976	2,48	0,635	0,979	2,48	0,10
0,12	0,582	0,977	2,96	0,582	0,981	2,97	0,580	0,976	2,97	0,580	0,979	2,98	0,12
0,14	0,540	0,977	3,44	0,538	0,981	3,45	0,538	0,976	3,46	0,537	0,979	3,47	0,14
0,16	0,504	0,977	3,93	0,504	0,981	3,94	0,504	0,976	3,95	0,503	0,979	3,95	0,16
0,18	0,477	0,977	4,41	0,476	0,981	4,42	0,475	0,976	4,43	0,474	0,979	4,44	0,18
0,20	0,454	0,977	4,89	0,452	0,981	4,91	0,452	0,976	4,92	0,450	0,979	4,93	0,20
0,25	0,405	0,972	6,07	0,405	0,977	6,11	0,405	0,976	6,12	0,404	0,979	6,14	0,25
0,30	0,372	0,966	7,24	0,371	0,972	7,29	0,370	0,976	7,32	0,369	0,979	7,34	0,30
0,35	0,346	0,960	8,40	0,344	0,968	8,47	0,343	0,972	8,50	0,342	0,976	8,54	0,35
0,40	0,324	0,954	9,55	0,323	0,962	9,63	0,322	0,968	9,68	0,321	0,972	9,72	0,40
0,45	0,306	0,948	10,67	0,305	0,958	10,78	0,303	0,964	10,84	0,303	0,969	10,90	0,45
0,50	0,292	0,943	11,79	0,290	0,954	11,92	0,289	0,960	12,00	0,288	0,965	12,07	0,50
0,55	0,279	0,938	12,89	0,277	0,949	13,05	0,276	0,956	13,14	0,275	0,962	13,22	0,55
0,60	0,268	0,932	13,98	0,266	0,944	14,17	0,265	0,952	14,27	0,264	0,958	14,37	0,60
0,65	0,258	0,926	15,05	0,256	0,940	15,27	0,255	0,948	15,40	0,254	0,955	15,52	0,65
0,70	0,249	0,920	16,11	0,248	0,935	16,37	0,246	0,944	16,51	0,245	0,951	16,65	0,70
0,75	0,242	0,915	17,15	0,239	0,931	17,50	0,238	0,940	17,62	0,237	0,948	17,77	0,75
0,80	0,235	0,909	18,18	0,233	0,926	18,51	0,231	0,935	18,71	0,230	0,944	18,89	0,80
0,85	0,228	0,903	19,20	0,226	0,921	19,58	0,225	0,931	19,80	0,224	0,941	20,00	0,85
0,90	0,223	0,898	20,20	0,220	0,917	20,63	0,219	0,927	20,87	0,218	0,938	21,09	0,90
0,95	0,216	0,892	21,20	0,215	0,912	21,66	0,214	0,923	21,93	0,212	0,934	22,18	0,95
1,00	0,212	0,886	22,16	0,210	0,907	22,69	0,209	0,919	22,98	0,207	0,931	23,26	1,00

Scanned with OKEN Scanner

1,1	0,204	0,875	24,06	0,201	0,898	24,70	0,200	0,911	25,06	0,198	0,924	25,40	1,1
1,2	0,197	0,863	25,91	0,194	0,889	26,67	0,192	0,903	27,10	0,191	0,917	27,50	1,2
1,3	0,190	0,852	27,70	0,187	0,880	28,59	0,186	0,895	29,09	0,184	0,910	29,57	1,3
1,4	0,184	0,841	29,43	0,181	0,870	30,46	0,179	0,887	31,04	0,178	0,903	31,60	1,4
1,5	0,179	0,830	31,11	0,176	0,861	32,29	0,174	0,879	32,96	0,173	0,896	33,60	1,5
1,6	0,175	0,818	32,73	0,171	0,852	34,07	0,169	0,871	34,84	0,168	0,889	35,56	1,6
1,7	0,171	0,807	34,29	0,167	0,843	35,81	0,165	0,863	36,67	0,164	0,882	37,48	1,7
1,8	0,167	0,795	35,80	0,163	0,833	37,49	0,161	0,855	38,47	0,160	0,875	39,38	1,8
1,9	0,163	0,784	37,24	0,160	0,824	39,14	0,158	0,847	40,22	0,156	0,868	41,23	1,9
2,0	0,161	0,773	38,64	0,157	0,815	40,74	0,155	0,839	41,94	0,152	0,861	43,06	2,0
2,1	0,158	0,761	39,97	0,154	0,806	42,29	0,152	0,831	43,61	0,149	0,854	44,85	2,1
2,2	0,156	0,750	41,25	0,151	0,797	43,80	0,149	0,823	45,24	0,146	0,847	46,60	2,2
2,3	0,154	0,734	42,20	0,149	0,787	45,25	0,146	0,815	46,83	0,144	0,840	48,32	2,3
2,4	0,152	0,725	43,70	0,146	0,778	46,67	0,144	0,806	48,39	0,141	0,833	50,00	2,4
2,5	$\mu = 2{,}43\%$			0,144	0,769	48,03	0,142	0,798	49,90	0,139	0,826	51,65	2,5
2,6	0,150	0,724	44,00	0,142	0,759	49,35	0,140	0,790	51,37	0,137	0,819	53,26	2,6
2,7				0,141	0,750	50,63	0,138	0,782	52,80	0,135	0,813	54,84	2,7
2,8				0,138	0,741	51,84	0,136	0,774	54,19	0,133	0,806	56,39	2,8
2,9				0,137	0,732	52,92	0,134	0,766	55,54	0,132	0,799	57,90	2,9
3,0				0,136	0,724	54,12	0,132	0,758	56,85	0,130	0,792	59,37	3,0
3,1				$\mu = 2{,}99\%$			0,131	0,750	58,13	0,128	0,785	60,82	3,1
3,2				0,136	0,724	54,12	0,130	0,742	59,21	0,127	0,778	62,22	3,2
							0,128	0,734	60,39	0,125	0,770	63,70	3,3
							0,127	0,726	61,53	0,124	0,764	64,93	3,4
							$\mu = 3{,}43\%$			0,123	0,757	66,10	3,5
							0,127	0,724	62,00	0,122	0,750	67,50	3,6
										0,121	0,743	69,00	3,7
										0,120	0,736	70,00	3,8
										0,119	0,729	71,00	3,9
										0,118	0,724	72,00	4,0

$$cM = B\,b\,h_0^2$$

$$A_f = \mu\,\frac{b\,h_0}{100}$$

sau

$$A_f = \frac{cM}{\gamma h_0 \sigma_c}$$

$$h_0 = r\sqrt{\frac{cM}{b}}$$

Mărimi: M — kg. cm; b și h_0 — cm; σ_c — kg/cm²; A_f — cm².

Observații: 1. Valorile intabulate, care se află deasupra liniei groase superioare, se referă numai la secțiunile în T. 2. Valorile intabulate, care se află peste linia groasă inferioară, se referă numai la elemetele comprimate excentric.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 16

Calculul secțiunilor dreptunghiulare și în T ale elementelor de beton cu mărcile 170 și 200 și de oțel cu limita de curgere $\sigma_c = 2850$ kg/cm², precum și de beton și oțel de mărci oarecare

μ%	Marca betonului						Mărcile de beton și oțel oarecare			
	170			200						
	r	γ	B	r	γ	B	α	r_0	γ_0	B_0
0,04	0,938	0,973	1,14	0,938	0,976	1,14	0,04	5,05	0,980	0,039
0,06	0,765	0,973	1,70	0,765	0,976	1,70	0,05	4,53	0,975	0,048
0,08	0,665	0,973	2,26	0,665	0,976	2,26	0,06	4,15	0,970	0,058
0,10	0,595	0,973	2,83	0,595	0,976	2,83	0,07	3,85	0,965	0,067
0,12	0,544	0,973	3,38	0,544	0,976	3,38	0,08	3,61	0,960	0,077
0,14	0,502	0,973	3,95	0,502	0,976	3,95	0,09	3,41	0,955	0,085
0,16	0,472	0,973	4,50	0,472	0,976	4,50	0,10	3,24	0,950	0,095
0,18	0,445	0,973	5,05	0,445	0,976	5,06	0,11	3,11	0,945	0,104
0,20	0,422	0,973	5,62	0,442	0,976	5,63	0,12	2,98	0,940	0,113
0,25	0,380	0,973	6,96	0,380	0,976	6,98	0,13	2,88	0,935	0,121
0,30	0,347	0,973	8,30	0,346	0,976	8,34	0,14	2,77	0,930	0,130
0,35	0,323	0,968	9,66	0,321	0,972	9,71	0,15	2,68	0,925	0,139
0,40	0,301	0,963	11,00	0,300	0,968	11,10	0,16	2,61	0,920	0,147
0,45	0,286	0,959	12,30	0,284	0,964	12,40	0,17	2,53	0,915	0,155
0,50	0,272	0,954	13,60	0,269	0,960	13,70	0,18	2,47	0,910	0,164
0,55	0,260	0,950	14,90	0,258	0,956	15,00	0,19	2,41	0,905	0,172
0,60	0,250	0,945	16,20	0,248	0,952	16,30	0,20	2,36	0,900	0,180
0,65	0,240	0,940	17,40	0,238	0,948	17,60	0,21	2,21	0,895	0,188
0,70	0,232	0,936	18,70	0,230	0,944	18,90	0,22	2,26	0,890	0,196
0,75	0,225	0,931	19,90	0,223	0,940	20,10	0,23	2,22	0,885	0,203
0,80	0,218	0,926	21,20	0,216	0,936	21,40	0,24	2,18	0,880	0,211
0,85	0,212	0,922	22,40	0,210	0,932	22,70	0,25	2,14	0,875	0,219
0,90	0,207	0,917	23,50	0,205	0,929	23,80	0,26	2,10	0,870	0,226

Scanned with OKEN Scanner

0,95	0,202	0,913	21,70	0,199	0,925	25,10	0,27	2,07	0,865	0,236
1,00	0,197	0,908	25,90	0,195	0,922	26,30	0,28	2,04	0,860	0,241
1,10	0,188	0,899	28,10	0,186	0,913	28,60	0,29	2,01	0,855	0,248
1,20	0,182	0,890	30,50	0,180	0,905	31,00	0,30	1,98	0,850	0,255
1,30	0,176	0,880	32,70	0,174	0,897	33,30	0,31	1,95	0,845	0,262
1,40	0,170	0,872	34,70	0,168	0,889	35,50	0,32	1,93	0,840	0,269
1,50	0,165	0,862	36,90	0,163	0,881	37,60	0,33	1,90	0,835	0,275
1,60	0,160	0,853	38,90	0,158	0,874	39,80	0,34	1,88	0,830	0,282
1,70	0,156	0,845	41,00	0,154	0,865	41,90	0,35	1,86	0,825	0,289
1,80	0,153	0,835	42,80	0,151	0,857	44,00	0,36	1,84	0,820	0,295
2,00	0,146	0,816	46,50	0,144	0,842	48,00	0,37	1,82	0,815	0,301
2,20	0,141	0,798	50,10	0,139	0,826	51,80	0,38	1,80	0,810	0,309
2,40	0,137	0,779	53,40	0,134	0,810	55,40	0,39	1,78	0,805	0,314
2,60	0,133	0,761	56,40	0,131	0,794	58,90	0,40	1,77	0,800	0,320
2,80	0,130	0,743	59,30	0,127	0,778	62,20	0,41	1,75	0,795	0,326
3,00				0,124	0 762	65,20	0 42	1,74	0,790	0 332
3,20		$\mu = 2{,}99\%$		0,121	0,747	68,20	0,43	1,72	0,785	0,337
3,40	0,126	0,724	63,20				0,44	1,71	0,780	0,343
				0,119	0,731	70,80	0,45	1,69	0,775	0,349
					$\mu = 3{,}47\%$		0,46	1,68	0,770	0,354
				1,117	0,724	73,40	0,47	1,67	0,765	0,359
							0,48	1,66	0,760	0,365
							0,49	1,64	0,755	0,370
							0,50	1,63	0,750	0,375
							0,51	1,62	0,745	0,380
							0,52	1,61	0,740	0,385
							0,53	1,60	0,735	0,390
							0,54	1,59	0,730	0,394
							0,55	1,58	0,725	0,400

$$cM = B\,b\,h_0^2\,;\quad h_0 = r\sqrt{\frac{cM}{b}}\,;$$

$$A_f = \mu\frac{b\,h_0}{100}\ \text{sau}\ A_f = \frac{cM}{\gamma h_0 \sigma_c}$$

Mărimi: M kg cm; b și h_0 cm; σ_c și R_i — kg/cm²; A_f — cm².

Observații: 1. Valorile intabulate, care se află deasupra liniei groase superioare, se referă numai la secțiunile în T.
2. Valorile intabulate, care se află sub linia groasă inferioară, se referă numai la secțiunile în T comprimate excentric.

$$cM = B_0\,b\,h_0^2\,R_i\,;\ \alpha = \frac{x}{h_0} = \frac{A_f\,\sigma_c}{b h_0 R_i}\,;\quad h_0 = r_0\sqrt{\frac{cM}{bR_i}};\ A_f = \frac{cM}{\gamma_0 h_0 \sigma_c}\ \text{sau}\ A_f = \alpha b\,h_0\,\frac{R_i}{\sigma_c}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 17

Calculul secțiunilor dreptunghiulare și în T ale elementelor din beton de mărcile 110, 140, 170, 200 și oțel cu limita de curgere $\sigma_c = 3500$ kg/cm²

μ%	110			140			170			200			μ%
	r	γ	B	r	γ	B	r	γ	B	r	γ	B	
0,04	0,848	0,974	1,39	0,846	0,979	1,40	0,846	0,977	1,40	0,844	0,981	1,40	0,04
0,06	0,693	0,974	2,08	0,692	0,979	2,09	0,692	0,977	2,09	0,692	0,981	2,09	0,06
0,08	0,600	0,974	2,78	0,600	0,979	2,78	0,600	0,977	2,78	0,600	0,981	2,79	0,08
0,10	0,542	0,974	3,44	0,540	0,979	3,44	0,538	0,977	3,47	0,536	0,981	3,47	0,10
0,12	0,494	0,974	4,12	0,494	0,979	4,13	0,493	0,977	4,14	0,490	0,981	4,16	0,12
0,14	0,457	0,974	4,78	0,456	0,979	4,80	0,456	0,977	4,80	0,455	0,981	4,83	0,14
0,16	0,428	0,974	5,45	0,428	0,979	5,48	0,428	0,977	5,50	0,425	0,981	5,52	0,16
0,18	0,405	0,971	6,12	0,404	0,977	6,14	0,403	0,977	6,17	0,402	0,981	6,20	0,18
0,20	0,385	0,968	6,78	0,382	0,974	6,82	0,382	0,977	6,83	0,382	0,981	6,86	0,20
0,25	0,345	0,960	8,42	0,344	0,968	8,48	0,344	0,972	8,48	0,342	0,976	8,56	0,25
0,30	0,316	0,952	10,00	0,313	0,961	10,12	0,313	0,966	10,20	0,313	0,971	10,20	0,30
0,35	0,294	0,944	11,55	0,293	0,955	11,70	0,291	0,960	11,80	0,291	0,966	11,80	0,35
0,40	0,276	0,936	13,10	0,275	0,948	13,30	0,273	0,955	13,40	0,272	0,961	13,50	0,40
0,45	0,262	0,928	14,60	0,259	0,942	14,85	0,258	0,949	14,95	0,258	0,956	15,05	0,45
0,50	0,249	0,920	16,12	0,247	0,935	16,40	0,246	0,944	16,50	0,245	0,951	16,65	0,50
0,55	0,239	0,912	17,55	0,236	0,929	17,90	0,236	0,938	18,00	0,236	0,947	18,10	0,55
0,60	0,229	0,904	19,05	0,227	0,922	19,30	0,226	0,932	19,55	0,225	0,942	19,80	0,60
0,65	0,222	0,896	20,40	0,219	0,916	20,90	0,218	0,927	21,10	0,217	0,937	21,30	0,65
0,70	0,214	0,889	21,80	0,212	0,909	22,30	0,210	0,921	22,60	0,209	0,932	22,90	0,70
0,75	0,208	0,880	23,20	0,205	0,903	23,80	0,204	0,915	24,00	0,202	0,927	24,30	0,75
0,80	0,202	0,872	24,40	0,199	0,896	25,10	0,198	0,910	25,60	0,196	0,922	25,90	0,80
0,85	0,196	0,865	25,80	0,194	0,890	26,60	0,193	0,904	27,00	0,191	0,917	27,40	0,85
0,90	0,192	0,857	27,10	0,190	0,883	27,70	0,188	0,898	28,40	0,187	0,912	23,70	0,90
0,95	0,188	0,849	28,20	0,185	0,877	29,20	0,184	0,893	29,60	0,182	0,908	30,20	0,95

Scanned with OKEN Scanner

1,0	0,184	0,841	29,40	0,181	0,870	30,40	0,180	0,887	31,00	0,178	0,903	31,70	1,0
1,1	0,177	0,825	31,80	0,174	0,857	33,00	0,173	0,876	33,60	0,171	0,893	34,40	1,1
1,2	0,171	0,809	34,00	0,168	0,844	35,40	0,166	0,865	36,30	0,164	0,883	37,10	1,2
1,3	0,167	0,793	36,10	0,163	0,831	37,80	0,160	0,853	38,90	0,159	0,874	39,60	1,3
1,4	0,162	0,777	38,10	0,158	0,819	40,20	0,156	0,842	41,20	0,154	0,864	42,20	1,4
1,5	0,158	0,761	40,00	0,154	0,805	42,30	0,152	0,830	43,40	0,149	0,854	45,00	1,5
1,6	0,155	0,745	41,70	0,151	0,792	44,00	0,148	0,819	46,00	0,145	0,844	47,30	1,6
1,7	0,152	0,730	43,30	0,147	0,780	46,40	0,145	0,808	48,00	0,142	0,835	49,60	1,7
1,8	$\mu = 1{,}74\%$			0,144	0,767	48,30	0,142	0,797	50,20	0,139	0,825	52,00	1,8
1,9	0,151	0,724	44,00	0,141	0,754	50,20	0,139	0,786	52,20	0,136	0,815	54 40	1,9
2,0				0,139	0,741	51,80	0,136	0,774	54,20	0,133	0,806	56,20	2,0
2,1				0,137	0,728	53,50	0,134	0,763	56,00	0,131	0,796	58,50	2,1
2,2				$\mu = 2{,}14\%$			0,132	0,752	57,80	0,129	0,786	60,56	2,2
2,3				0,136	0,724	54,12							
2,4							0,130	0,740	59,60	0,127	0,777	62,60	2,3
2,5							0,128	0,729	61,00	0,125	0,767	64,40	2,4
2,6							$\mu = 2{,}44\%$			0,123	0,757	66,00	2,5
							0,127	0,724	62,00	0,121	0,748	68,00	2,6
										0,120	0,738	69,80	2,7
										0,118	0,728	71,40	2,8
										$\mu = 2{,}84\%$			
										0,118	0,724	72,00	

$$cM = B\,b\,h_0^2;$$

$$A_f = \mu \frac{b\,b_o}{100} \text{ sau } A_f = \frac{cM}{\gamma\,h_0\sigma_c};$$

$$h_0 = r\sqrt{\frac{cM}{b}}$$

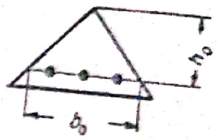
Mărimi: M — kg. cm; b și h_0 — cm; σ_c — kg/cm²; A_f — cm².

Observații: 1. Valorile intabulate, care se află deasupra liniei groase superioare, se referă numai la secțiunile în T. 2. Valorile intabulate care se află sub linia groasă inferioară, se referă numai la secțiunile comprimate excentric.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 18

Calculul secțiunilor triunghiulare ale elementelor de beton cu mărcile 110, 140, 170, 200 și de oțel cu limita de curgere $\sigma_c = 2500$ kg/cm² și de beton și oțel de mărci oarecare.



μ%	R_-^- = 110 kg/cm²		R = 140 kg/cm²		R = 170 kg/cm²		R = 200 kg/cm²		α	γ_0	B_0
	γ	B	γ	B	γ	B	γ	B			
0,10	0,858	2,14	0,872	2,18	—	—	—	—	0,025	0,851	0,021
0,12	0,844	2,53	0,859	2,58	—	—	—	—	0,030	0,836	0,025
0,14	0,831	2,91	0,848	2,97	—	—	—	—	0,035	0,824	0,029
0,16	0,820	3,28	0,838	3,36	0,848	3,39	0,859	3,44	0,040	0,811	0,032
0,18	0,809	3,64	0,827	3,73	0,839	3,78	0,851	3,85	0,045	0,800	0,036
0,20	0,799	4,00	0,818	4,09	0,831	4,16	0,843	4,22	0,050	0,789	0,039
0,25	0,776	4,85	0,797	4,98	0,811	5,07	0,824	5,16	0,055	0,779	0,043
0,30	0,754	5,66	0,778	5,84	0,792	5,94	0,807	6,06	0,060	0,769	0,046
0,35	0,734	6,43	0,760	6,66	0,776	6,80	0,792	6,92	0,065	0,760	0,049
0,40	0,716	7,16	0,744	7,44	0,761	7,61	0,777	7,77	0,070	0,751	0,053
0,45	0,698	7,86	0,728	8,20	0,746	8,40	0,764	8,60	0,075	0,742	0,055
0,50	0,683	8,56	0,713	8,92	0,732	9,15	0,751	9,40	0,080	0,733	0,059
0,55	0,667	9,18	0,699	9,60	0,719	9,90	0,739	10,15	0,085	0,725	0,062
0,60	0,651	9,76	0,686	10,30	0,707	10,60	0,728	10,95	0,090	0,717	0,065
0,65	0,638	10,35	0,674	10,95	0,694	11,30	0,717	11,65	0,095	0,709	0,067

Scanned with OKEN Scanner

0,70	0,624	10,90	0,661	11,60	0,683	11,95	0,706	12,40	0,100	0,702	0,070
0,75	0,610	11,45	0,648	12,20	0,672	12,60	0,695	13,05	0,105	0,695	0,073
0,80	0,598	11,96	0,637	12,75	0,662	13,24	0,686	13,72	0,110	0,687	0,075
0,85	0,585	12,45	0,625	13,30	0,651	13,85	0,675	14,35	0,115	0,680	0,078
0,90	0,574	12,91	0,615	13,85	0,641	14,40	0,666	15,00	0,120	0,673	0,081
0,95	0,561	13,35	0,605	14,37	0,631	14,95	0,658	15,65	0,125	0,667	0,083
1,00	0,550	13,75	0,594	14,85	0,621	15,50	0,648	16,20	0,130	0,660	0,086
1,1	—	—	0,574	15,75	0,603	16,60	0,631	17,40	0,135	0,653	0,088
1,2	—	—	0,556	16,70	0,585	17,55	0,614	18,42	0,140	0,647	0,090
1,3	—	—	—	—	0,568	18,50	0,598	19,45	0,145	0,641	0,093
1,4	—	—	—	—	0,552	19,30	0,584	20,15	0,150	0,635	0,095
1,5	—	—	—	—	—	—	0,568	21,30	0,160	0,623	0,100
1,6	—	—	—	—	—	—	0,555	22,20	0,170	0,611	0,104
1,7	—	—	—	—	—	—	0,542	23,10	0,180	0,600	0,108
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,190	0,588	0,112
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,200	0,579	0,116
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,220	0,558	0,123
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,228	0,550	0,126

$$cM = Bb_0h_0^2;$$

$$A_f = \mu \frac{b_0h_0}{100}$$

sau

$$A_f = \frac{cM}{\gamma h_0 \sigma_c}$$

$$cM = B_0 b_0 h_0^2 R_i;$$

$$A_f = \frac{cM}{\gamma_0 h_0 \sigma_c}$$

sau

$$A_f = \alpha b_0 h_0 \frac{R_i}{\sigma_c}$$

Mărimi: M — kg. cm; b_0 și h_0 — cm; σ_c și R_i — kg/cm²; A_f — cm²

Scanned with OKEN Scanner

Tabea 19

Calculul secțiunilor inelare (tubulare) ale elementelor încovoiate cu armătură distribuită uniform pe perimetru

$a = 0{,}5\ (R_2 - R_1)$

μ % la σ_c = 2500 kg/cm²			r_1 / r_2	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Marca betonului													
110	140	170	α	B_0									
0,088	0,108	0,124	0,02	0,006	0,011	0,016	0,020	0,024	0,027	0,030	0,033	0,035	0,037
0,176	0,216	0,248	0,04	0,012	0,023	0,032	0,041	0,048	0,055	0,061	0,065	0,070	0,079
0,264	0,324	0,372	0,06	0,018	0,034	0,048	0,061	0,072	0,092	0,091	0,098	0,104	0,109
0,352	0,432	0,496	0,08	0,024	0,045	0,064	0,081	0,096	0,109	0,120	0,130	0,139	0,145
0,440	0,540	0,620	0,10	0,029	0,056	0,080	0,101	0,120	0,136	0,150	0,162	0,172	0,181
0,528	0,648	0,744	0,12	0,035	0,067	0,095	0,121	0,143	0,152	0,179	0,184	0,206	0,216
0,616	0,756	0,868	0,14	0,041	0,078	0,111	0,140	0,166	0,189	0,208	0,225	0,239	0,251
0,704	0,864	0,992	0,16	0,047	0,089	0,125	0,160	0,189	0,215	0,237	0,256	0,273	0,286
0,792	0,972	1,116	0,18	0,052	0,099	0,141	0,179	0,212	0,241	0,265	0,287	0,305	0,320
0,880	1,08	1,24	0,20	0,058	0,110	0,156	0,197	0,234	0,266	0,293	0,317	0,337	0,354
0,970	1,19	1,36	0,22	0,063	0,120	0,171	0,217	0,257	0,292	0,322	0,348	0,370	0,388
1,06	1,30	1,49	0,24	0,069	0,130	0,186	0,235	0,278	0,316	0,349	0,377	0,401	0,421
1,14	1,40	1,61	0,26	0,074	0,140	0,200	0,253	0,300	0,341	0,376	0,407	0,432	0,454
1,23	1,51	1,74	0,28	0,079	0,150	0,214	0,271	0,321	0,365	0,403	0,436	0,463	0,486
1,32	1,62	1,86	0,30	0,084	0,160	0,229	0,289	0,343	0,389	0,430	0,465	0,494	0,518
1,41	1,73	1,98	0,32	0,090	0,170	0,243	0,307	0,364	0,413	0,456	0,493	0,524	0,550
1,50	1,84	2,11	0,34	0,095	0,180	0,257	0,324	0,384	0,437	0,482	0,521	0,554	0,582
1,58	1,94	2,24	0,36	0,100	0,190	0,270	0,342	0,405	0,460	0,508	0,549	0,584	0,613
1,68	2,06	2,36	0,38	0,105	0,199	0,284	0,359	0,426	0,484	0,534	0,577	0,614	0,644
1,76	2,16	2,48	0,40	0,110	0,209	0,298	0,376	0,446	0,507	0,559	0,605	0,643	0,675
1,84	2,26	2,63	0,42	0,115	0,218	0,311	0,393	0,466	0,529	0,584	0,632	0,672	0,705

Scanned with OKEN Scanner

1,94	2,38	2,72	0,44	0,120	0,228	0,324	0,410	0,486	0,552	0,609	0,659	0,701	0,736
2,02	2,48	2,86	0,46	0,125	0,237	0,338	0,427	0,506	0,575	0,634	0,686	0,729	0,766
2,12	2,60	2,98	0,48	0,130	0,246	0,351	0,444	0,525	0,597	0,659	0,713	0,758	0,795
2,20	2,70	3,10	0,50	0,134	0,255	0,364	0,460	0,545	0,619	0,683	0,739	0,786	0,825
2,28	2,80	3,22	0,52	0,139	0,264	0,377	0,476	0,564	0,641	0,708	0,765	0,814	0,854
2,38	2,92	3,34	0,54	0,144	0,273	0,390	0,493	0,584	0,663	0,732	0,792	0,842	0,883
2,46	3,02	3,48	0,56	0,149	0,282	0,402	0,509	0,603	0,685	0,755	0,818	0,869	0,912
2,56	3,14	3,60	0,58	0,153	0,291	0,415	0,525	0,622	0,707	0,780	0,833	0,897	0,941
2,64	3,24	3,72	0,60	0,158	0,300	0,428	0,541	0,641	0,728	0,803	0,869	0,924	0,970
2,73	3,35	3,84	0,62	0,163	0,309	0,440	0,557	0,660	0,750	0,827	0,894	0,951	0,991
2,82	3,46	3,96	0,64	0,167	0,318	0,453	0,573	0,678	0,771	0,850	0,920	0,978	1,027
2,91	3,57	4,09	0,66	0,172	0,327	0,465	0,588	0,697	0,792	0,874	0,945	1,005	1,055
3,00	3,68	4,22	0,68	0,176	0,335	0,477	0,604	0,715	0,813	0,897	0,970	1,032	1,083
3,08	3,78	4,34	0,70	0,181	0,344	0,490	0,619	0,734	0,834	0,920	0,995	1,058	1,111
3,17	3,89	4,46	0,72	0,186	0,352	0,502	0,635	0,752	0,855	0,943	1,020	1,085	1,138
3,26	4,00	4,59	0,74	0,190	0,361	0,514	0,650	0,770	0,875	0,966	1,045	1,111	1,166
3,34	4,10	4,71	0,76	0,194	0,369	0,526	0,666	0,789	0,896	0,989	1,069	1,137	1,193
3,43	4,21	4,84	0,78	0,199	0,378	0,538	0,681	0,807	0,917	1,011	1,094	1,163	1,221
3,52	4,32	4,95	0,80	0,203	0,386	0,550	0,696	0,825	0,937	1,034	1,118	1,189	1,248

$$cM = B_0 r_2^3 R_i$$

$$\alpha = \frac{A_f \sigma}{A R_i}$$

$$\mu\% = \frac{A_f}{A} 100 = \alpha \frac{R_1}{\sigma_c} 100$$

Mărimi: cM — kg cm; A și A_f — cm²; σ_c și R_i — kg/cm².

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 20

Expresiile B_{0i} și α_i pentru calculul secțiunilor în T ale elementelor încovoiate

$\frac{b_p}{b}$ \ $\frac{h_p}{h_0}$		0,10		0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
1,5	B_{0i}	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46
	α_i	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57
2	B_{0i}	0,45	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54
	α_i	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65
2 5	B_{0i}	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60	0,61	0,62
	α_i	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73
3	B_{0i}	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70
	α_i	0,61	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82
3,5	B_{0i}	0,55	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79
	α_i	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90
4	B_{0i}	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87
	α_i	0,68	0,70	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,95	0,97	0,99
4 5	B_{0i}	0,63	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95
	α_i	0,71	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,98	1,00	1,03	1,05	1,08
5	B_i	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,79	0,82	0,84	0,87	0,89	0,92	0,94	0,96	0,99	1,01	1,03
	α_i	0,74	0,77	0,79	0,82	0,85	0,88	0,90	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17
5,5	B_{0i}	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,01	1,04	1,07	1,09	1,12
	α_i	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96	0,99	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,22	1,25

Scanned with OKEN Scanner

6	B_{0i}	0,73	0,77	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20
	α_i	0,80	0,84	0,87	0,91	0,94	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,36
6,5	B_{0i}	0,77	0,81	0,84	0,88	0,91	0,95	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,28
	α_i	0,84	0,86	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07	1,11	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,36	1,40	1,44
7	B_{0i}	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33	1,36
	α_i	0,87	0,91	0,96	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,43	1,48	1,53
7,5	B_{0i}	0,84	0,88	0,93	0,97	1,01	1,05	1,09	1,14	1,18	1,22	1,26	1,29	1,33	1,37	1,41	1,45
	α_i	0,91	0,95	1,00	1,04	1,09	1,14	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,57	1,62
8	B_{0i}	0,87	0,92	0,97	1,02	1,06	1,11	1,15	1,19	1,24	1,28	1,32	1,36	1,41	1,45	1,49	1,53
	α_i	0,94	0,99	1,04	1,09	1,14	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70
9	B_{0i}	0,95	1,00	1,06	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,50	1,55	1,60	1,65	1,69
	α_i	1,01	1,07	1,12	1,18	1,24	1,30	1,37	1,43	1,49	1,54	1,60	1,66	1,71	1,77	1,83	1,89
1 ·	B_{0i}	1,02	1,08	1,14	1,20	1,26	1,32	1,37	1,43	1,48	1,54	1,59	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85
	α_i	1,08	1,14	1,21	1,28	1,35	1,42	1,48	1,55	1,61	1,68	1,74	1,81	1,88	1,94	2,00	2,06
11	B_{0i}	1,09	1,16	1,23	1,29	1,36	1,42	1,48	1,54	1,61	1,67	1,73	1,79	1,85	1,91	1,96	2,02
	α_i	1,15	1,22	1,30	1,37	1,44	1,53	1,60	1,68	1,75	1,82	1,89	1,96	2,03	2,10	2,18	2,25
12	B_{0i}	1,16	1,24	1,31	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,73	1,80	1,86	1,93	1,99	2,06	2,12	2,18
	α_i	1,22	1,30	1,38	1,46	1,54	1,62	1,71	1,80	1,88	1,95	2,03	2,11	2,19	2,27	2,34	2,41
13	B_{0i}	1,23	1,31	1,39	1,47	1,55	1,63	1,70	1,78	1,85	1,93	2,00	2,07	2,14	2,21	2,28	2,35
	α_i	1,29	1,38	1,47	1,55	1,64	1,73	1,82	1,91	2,00	2,09	2,18	2,26	2,35	2,43	2,51	2,60
14	B_{0i}	1,30	1,39	1,48	1,57	1,65	1,73	1,81	1,89	1,97	2,05	2,13	2,21	2,28	2,36	2,44	2,51
	α_i	1,37	1,47	1,57	1,67	1,76	1,85	1,95	2,05	2,14	2,23	2,32	2,41	2,51	2,61	2,70	2,80
15	B_{0i}	1,37	1,47	1,57	1,66	1,75	1,84	1,92	2,01	2,10	2,18	2,26	2,35	2,43	2,51	2,59	2,67
	α_i	1,45	1,55	1,65	1,75	1,85	1,95	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45	2,55	2,65	2,75	2,85	2,95

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 21

Expresiile B_{0p} şi a_p pentru calculul secţiunilor în T ale elementelor încovoiate şi comprimate excentric

$\frac{b_p}{b}$		$\frac{h_p}{h_0}$ = 0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
1,5	B_{0p}	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,33
	α_p	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38
2	B_{0p}	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44
	α_p	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,40	0,44	0,46	0,48	0,50
2,5	B_{0p}	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55
	α_p	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	0,63
3	B_{0p}	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66
	α_p	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75
3,5	B_{0p}	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,51	0,55	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77
	α_p	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88
4	B_{0p}	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,62	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,82	0,84	0,88
	α_p	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00
4,5	B_{0p}	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,95	0,99
	α_p	0,45	0,50	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	0,99	1,04	1,08	1,13
5	B_{0p}	0,48	0,52	0,57	0,61	0,65	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,98	1,02	1,06	1,10
	α_p	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25
5,5	B_{0p}	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	0,99	1,04	1,08	1,12	1,16	
	α_p	0,55	0,61	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,94	0,99	1,05	1,10	1,16	1,21	1,27	1,32	
6	B_{0p}	0,57	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,94	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18			
	α_p	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90	0,96	1,02	1,08	1,14	1,20	1,26	1,32			

Scanned with OKEN Scanner

6,5	B_{0p}	0,62	0,68	0,73	0,79	0,85	0,90	0,96	1,02	1,07	1,12	1,17	1,22
	α_p	0,65	0,72	0,78	0,85	0,91	0,98	1,04	1,11	1,17	1,24	1,30	1,37
7	B_{0p}	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,20	1,26	
	α_p	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,40	
7,5	B_{0p}	0,72	0,78	0,85	0,92	0,98	1,04	1,10	1,17	1,23			
	α_p	0,75	0,83	0,90	0,98	1,05	1,13	1,20	1,28	1,35			
8	B_{0p}	0,76	0,83	0,90	0,98	1,04	1,11	1,18	1,25				
	α_p	0,80	0,88	0,96	1,04	1,12	1,20	1,28	1,36				
9	B_{0p}	0,86	0,94	1,02	1,10	1,17	1,25	1,32					
	α_p	0,90	0,99	1,08	1,17	1,26	1,35	1,44					
10	B_{0p}	0,95	1,04	1,13	1,22	1,30	1,39						
	α_p	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50						
11	B_{0p}	1,05	1,14	1,24	1,31	1,43							
	α_p	1,10	1,21	1,32	1,43	1,54							
12	B_{0p}	1,14	1,25	1,36	1,47								
	α_p	1,20	1,32	1,44	1,56								
13	B_{0p}	1,24	1,35	1,47									
	α_p	1,30	1,43	1,56									
14	B_{0p}	1,33	1,46										
	α_p	1,40	1,54										
15	B_{0p}	1,43	1,56										
	α_p	1,50	1,65										

Observație. Valorile B_{0p} și α_p care se află sub linia groasă superioară se referă numai la elementele comprimate excentric.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 22

Valorile B_{osb} şi α_{sb} pentru calculul secţiunilor în T ale elementelor încovoiate şi comprimate excentric

$\frac{b_p}{b}$		$\frac{h_p}{h_0}$ = 0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
1,5	B_{sb}	0,048	0,052	0,057	0,061	0,065	0,070	0,074	0,078	0,082	0,086	0,090	0,094	0,098	0,102	0,106	0,110
	α_{sb}	0,050	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,095	0,100	0,105	0,110	0,115	0,120	0,125
2	B_{sb}	0,095	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22
	α_{sb}	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
2,5	B_{sb}	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,33
	α_{sb}	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38
3	B_{sb}	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44
	α_{sb}	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50
3,5	B_{sb}	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55
	α_{sb}	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	0,63
4	B_{sb}	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66
	α_{sa}	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75
4,5	B_{sb}	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,51	0,55	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77
	α_{sb}	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88
5	B_{sb}	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,62	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,82	0,84	0,88
	α_{sb}	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00
5,5	B_{sb}	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,66	0,70	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,95	
	α_{sb}	0,45	0,50	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	0,99	1,04	1,08	
6	B_{sb}	0,48	0,52	0,57	0,61	0,65	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,98			
	α_{sb}	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10			

Scanned with OKEN Scanner

6,5	B_{0sb}	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	0,99	1,04
	α_{sb}	0,55	0,61	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,94	0,99	1,05	1,10	1,16
7	B_{0sb}	0,57	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,94	0,98	1,03	1 08	
	α_{sb}	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90	0,96	1,02	1,08	1,14	1,20	
7,5	B_{0sb}	0,62	0,68	0,73	0,79	0,85	0,90	0,96	1,02	1,07			
	α_{sb}	0,65	0,72	0,78	0,85	0,91	0,98	1,04	1,11	1,17			
8	B_{0sb}	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97	1,03	1,09				
	α_{sb}	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19				
9	B_{0sb}	0,76	0,83	0,90	0,98	1,04	1,11	1,18					
	α_{sb}	0,80	0,88	0,96	1,04	1,12	1,20	1,28					
10	B_{0sb}	0,86	0,94	1,02	1,10	1,17	1,25						
	α_{sb}	0,90	0,99	1,08	1,17	1,26	1,35						
11	B_{0sb}	0,95	1,04	1,13	1,22	1,30							
	α_{sb}	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40							
12	B_{0sb}	1,05	1,14	1,24	1,34								
	α_{sb}	1,10	1,21	1,32	1,43								
13	B_{0sb}	1,14	1,25	1,36									
	α_{sb}	1,20	1,32	1,44									
14	B_{0sb}	1,24	1,35										
	α_{sb}	1,30	1,43										
15	B_{0sb}	1,33	1,46										
	α_{sb}	1,40	1,54										

Observație: Valorile B_{osb} și α_{sb} care se află sub linia groasă superioară, se referă numai la elementele comprimate excentric.

Scanned with OKEN Scanner

Calculul secţiunilor dreptunghiulare ale elementelor încovoiate, la apariţia fisurilor

Tabela 23

$a = 0{,}05\ h$

μ_1 %	Marca betonului								μ_1 %
	110		140		170		200		
	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	
0,20	0,52	3,38	0,52	3,93	—	—	—	—	0,20
0,25	0,52	3,45	0,52	3,99	—	—	—	—	0,25
0,30	0,53	3,51	0,53	4,05	0,53	4,61	0,53	5,15	0,30
0,35	0,53	3,57	0,53	4,11	0,53	4,67	0,53	5,21	0,35
0,40	0,53	3,63	0,53	4,17	0,53	4,73	0,53	5,27	0,40
0,45	0,53	3,69	0,53	4,23	0,53	4,79	0,53	5,33	0,45
0,50	0,53	3,75	0,53	4,29	0,53	4,85	0,53	5,39	0,50
0,55	0,54	3,81	0,54	4,36	0,54	4,90	0,54	5,46	0,55
0,60	0,54	3,87	0,54	4,42	0,54	4,96	0,54	5,52	0,60
0,65	0,54	3,93	0,54	4,48	0,54	5,02	0,54	5,58	0,65
0,70	0,54	3,99	0,54	4,54	0,54	5,08	0,54	5,64	0,70
0,75	0,54	4,05	0,54	4,60	0,54	5,14	0,54	5,70	0,75
0,80	0,55	4,11	0,55	4,66	0,54	5,20	0,54	5,76	0,80
0,90	0,55	4,23	0,55	4,78	0,55	5,32	0,54	5,88	0,90
1,00	0,55	4,35	0,55	4,90	0,55	5,44	0,55	5,99	1,00
1,1	0,56	4,46	0,55	5,02	0,55	5,56	0,55	6,11	1,1
1,2	0,56	4,58	0,56	5,13	0,55	5 68	0,55	6,23	1,2
1,3	0,56	4,70	0,56	5,25	0,56	5,80	0,55	6,34	1,3
1,4	0,57	4,82	0,56	5,36	0,56	5,92	0,56	6,46	1,4
1,5	0,57	4,94	0,57	5,48	0,56	6,03	0,56	6,58	1,5

Scanned with OKEN Scanner

1,6	0,57	5,06	0,57	5,60	0,57	6,15	0,56	6,69	1,6
1,7	0,58	5,17	0,57	5,71	0,57	6,27	0,56	6,81	1,7
1,8	0,58	5,29	0,57	5,83	0,57	6,38	0,57	6,92	1,8
1,9	0,58	5,40	0,58	5,94	0,57	6,50	0,57	7,04	1,9
2,0	0,59	5,52	0,58	6,06	0,58	6,61	0,57	7,16	2,0
2,1	0,59	5,63	0,58	6,17	0,58	6,73	0,57	7,27	2,1
2,2	0,59	5,75	0,59	6,29	0,58	6,84	0,58	7,39	2,2
2,3	—	—	0,59	6,40	0,58	6,96	0,58	7,50	2,3
2,4	—	—	0,59	6,52	0,59	7,07	0,58	7,64	2,4
2,5	—	—	0,59	6,63	0,59	7,19	0,58	7,74	2,5
2,6	—	—	0,60	6,75	0,59	7,30	0,58	7,85	2,6
2,7	—	—	0,60	6,87	0,59	7,42	0,59	7,95	2,7
2,8	—	—	0,60	6,99	0,59	7,53	0,59	8,08	2,8
2,9	—	—	—	—	0,60	7,65	0,59	8,20	2,9
3,0	—	—	—	—	0,60	7,76	0,59	8,32	3,0
3,1	—	—	—	—	—	—	0,59	8,43	3,1
3,2	—	—	—	—	—	—	0,60	8,55	3,2
3,3	—	—	—	—	—	—	0,60	8,66	3,3
3,4	—	—	—	—	—	—	0,60	8,77	3,4
3,5	—	—	—	—	—	—	0,60	8,88	3,5

Mărimi: $c_f M = A_f b h^2$; $\mu_1 = \frac{A_f}{bh}$

M — kg.cm; A_f — cm²;

b şi h — cm.

Scanned with OKEN Scanner

Calculul secţiunilor dreptunghiulare ale elementelor încovoiate la apariţia fisurilor

Tabela 21

$a = 0{,}10\ h$

$\mu_1\%$	Marca betonului								$\mu_1\%$
	110		140		170		200		
	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	
0,20	0,52	3,35	0,52	3,89	—	—	—	—	0,20
0,25	0,52	3,39	0,52	3,94	—	—	—	—	0,25
0,30	0,52	3,44	0,52	3,99	0,53	4,53	0,53	5,09	0,30
0,35	0,53	3,49	0,53	4,04	0,53	4,58	0,53	5,13	0,35
0,40	0,53	3,54	0,53	4,09	0,53	4,63	0,53	5,18	0,40
0,45	0,53	3,59	0,53	4,14	0,53	4,68	0,53	5,23	0,45
0,50	0,53	3,64	0,53	4,19	0,53	4,73	0,53	5,28	0,50
0,55	0,53	3,68	0,53	4,24	0,53	4,78	0,53	5,33	0,55
0,60	0,53	3,73	0,53	4,28	0,53	4,83	0,53	5,38	0,60
0,65	0,54	3,78	0,54	4,33	0,54	4,88	0,54	5,43	0,65
0,70	0,54	3,83	0,54	4,38	0,54	4,92	0,54	5,48	0,70
0,75	0,54	3,88	0,54	4,43	0,54	4,97	0,54	5,52	0,75
0,80	0,54	3,93	0,54	4,47	0,54	5,02	0,54	5,57	0,80
0,90	0,54	4,02	0,54	4,57	0,54	5,12	0,54	5,67	0,90
1,0	0,55	4,12	0,55	4,67	0,54	5,21	0,54	5,76	1,0
1,1	0,55	4,22	0,55	4,76	0,55	5,31	0,55	5,86	1,1
1,2	0,55	4,31	0,55	4,85	0,55	5,40	0,55	5,95	1,2
1,3	0,56	4,40	0,55	4,95	0,55	5,49	0,55	6,04	1,3

Scanned with OKEN Scanner

1,4	0,56	4,49	0,56	5,05	0,56	5,59	0,55	6,14	1,4
1,5	0,56	4,59	0,56	5,14	0,56	5,68	0,55	6,23	1,5
1,6	0,56	4,68	0,58	5,23	0,56	5,77	0,56	6,33	1,5
1,7	0,56	4,77	0,56	5,32	0,56	5,87	0,56	6,42	1,7
1,8	0,57	4,86	0,57	5,42	0,56	5,96	0,56	6,51	1.8
1,9	0,57	4,95	0,57	5,51	0,57	6,05	0,56	6,60	1,9
2,0	0,58	5,04	0,57	5,59	0,57	6,14	0,56	6,70	2,0
2,1	0,58	5,13	0,57	5,69	0,57	6,24	0,57	6,79	2 1
2,2	0,59	5,23	0,58	5,78	0,57	6,33	0,57	6,88	2,2
2,3	—	—	0,58	5,87	0,58	6,42	0,57	6,97	2,3
2,4	—	—	0,58	5,96	0,58	6,51	0,57	7,07	2,4
2,5	—	—	0,58	6,05	0,58	6,60	0,57	7,15	2,5
2,6	—	—	0,59	6,13	0,58	6,69	0,58	7,24	2,6
2,7	—	—	0,59	6,22	0,58	6,78	0,58	7,34	2,7
2,8	—	—	0,59	6,31	0,58	6,87	0,58	7,43	2,8
2,9	—	—	—	—	0,59	0,59	0,58	7,52	2,9
3,0	—	—	—	—	0,59	7,05	0,58	7,61	3,0
3,1	—	—	—	—	0,59	7,14	0,59	7,70	3,1
3,2	—	—	—	—	—	—	0,59	7,78	3,2
3,3	—	—	—	—	—	—	0,59	7,87	3,3
3,4	—	—	—	—	—	—	0,59	7,96	3,4
3,5	—	—	—	—	—	—	0,59	8,05	3,5
3,6	—	—	—	—	—	—	0,59	8.13	3,6

$$cfM = A_f bh^2;\ \mu_1 \frac{A^t}{bh}$$

Mărimi; M — kg.cm; A_f — cm²; b și h — cm.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 25

Calculul secțiunilor dreptunghiulare ale elementelor încovoiate, la apariția fisurilor

$a = 0{,}15\ h$

$\mu_1\%$	Marca betonului								$\mu_1\%$
	110		140		170		200		
	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	$\frac{x}{h}$	B_f	
0,20	0,52	3,30	0,52	3,85	—	—	—	—	0,20
0,25	0,52	3,34	0,52	3,89	—	—	—	—	0,25
0,30	0,52	3,38	0,52	3,93	0,53	4,48	0,53	5,02	0,30
0,35	0,52	3,42	0,53	3,97	0,53	4,52	0,53	5,06	0,35
0,40	0,53	3,46	0,53	4,01	0,53	4,56	0,53	5,10	0,40
0,45	0,53	3,49	0,53	4,04	0,53	4,59	0,53	5,14	0,45
0,50	0,53	3,53	0,53	4,08	0,53	4,63	0,53	5,18	0,50
0,55	0,53	3,57	0,53	4,12	0,53	4,67	0,53	5,22	0,55
0,60	0,53	3,61	0,53	4,16	0,53	4,71	0,53	5,26	0,60
0,65	0,53	3,65	0,53	4,20	0,53	4,74	0,53	5,30	0,65
0,70	0,53	3,69	0,53	4,24	0,53	4,78	0,53	5,34	0,70
0,75	0,54	3,73	0,54	4,28	0,54	4,82	0,54	5,38	0,75
0,80	0,54	3,77	0,54	4,32	0,54	4,86	0,54	5,42	0,80
0,90	0,54	3,84	0,54	4,39	0,54	4,93	0,54	5,49	0,90
1,00	0,54	3,91	0,54	4,46	0,54	5,01	0,54	5,56	1,00
1,1	0,55	3,99	0,54	4,53	0,54	5,08	0,54	5,63	1,1
1,2	0,55	4,06	0,55	4,61	0,55	5,16	0,54	5,71	1,2
1,3	0,55	4,13	0,55	4,68	0,55	5,23	0,55	5,78	1,3

Scanned with OKEN Scanner

1,4	0,55	4,21	0,55	4,76	0,55	5,31	0,55	5,86	1,4
1,5	0,56	4,28	0,55	4,83	0,55	5,38	0,55	5,93	1,5
1,6	0,56	4,35	0,56	4,90	0,55	5,45	0,55	6,00	1,6
1,7	0,56	4,42	0,56	4,97	0,56	5,52	0,55	6,07	1,7
1,8	0,56	4,50	0,56	5,04	0,56	5,60	0,56	6,15	1,8
1,9	0,57	4,57	0,56	5,11	0,56	5,67	0,56	6,22	1,9
2,0	0,57	4,64	0,57	5,18	0,56	5,74	0,56	6,29	2,0
2,1	0,57	4,71	0,57	5,25	0,56	5,81	0,56	6,36	2,1
2,2	0,57	4,77	0,57	5,32	0,57	5,88	0,56	6,43	2,2
2,3	—	—	0,57	5,39	0,57	5,95	0,57	6,50	2,3
2,4	—	—	0,57	5,46	0,57	6,02	0,57	6,57	2,4
2,5	—	—	0,58	5,53	0,57	6,09	0,57	6,64	2,5
2,6	—	—	0,58	5,60	0,57	6,16	0,57	6,71	2,6
2,7	—	—	0,58	5,67	0,57	6,23	0,57	6,78	2,7
2,8	—	—	0,58	5,74	0,58	6,30	0,57	6,85	2,8
2,9	—	—	—	—	0,58	6,37	0,57	6,92	2,9
3,0	—	—	—	—	0,58	6,43	0,58	6,98	3,0
3,1	—	—	—	—	—	—	0,58	7,05	3,1
3,2	—	—	—	—	—	—	0,58	7,12	3,2
3,3	—	—	—	—	—	—	0,58	7,18	3,3
3,4	—	—	—	—	—	—	0,58	7,25	3,4
3,5	—	—	—	—	—	—	0,58	7,32	3,5

$$c_f M = A_f b h;^2; \quad \mu_1 = \frac{A_f}{bh}$$

Mărimi: M — kg.cm; A_f — cm²; b şi h — cm

Scanned with OKEN Scanner

Valorile n_1 pentru calculul secțiunilor dreptunghiulare ale elementelor comprimate excentric

Tabela 26

$a = a' = 0{,}05\,h$

Marca betonului	Procent de armare $\mu_1 = \mu'_1\%$													
$\sigma_c = 2500$ kg/cm²														
110	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,06	1,14	1,32	1,50
140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
170	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,86	2,11
200	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,16	2,45
$\sigma_c = 2850$ kg cm²														
140	0,22	0,32	0,43	Vezi observația 3										
170	0,19	0,28	0,38	0,47	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,04	1,14	1,23	1,42	1,60
200	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,03	1,14	1,24	1,34	1,55	1,76
	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,80	2,04
$\frac{e_0}{h}$ m \ $\alpha_1 = \alpha'_1$	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30	0,34
0,00	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,40	1,48
0,01	0,86	0,90	0,94	0,98	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,25	1,29	1,37	1,45
0,02	0,85	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	1,27	1,34	1,42
0,03	0,83	0,87	0,90	0,94	0,98	1,01	1,05	1,09	1,13	1,16	1,20	1,24	1,31	1,39
0,04	0,81	0,85	0 88	0,92	0,97	0,99	1,03	1,07	1,10	1,14	1,18	1,21	1,29	1,36

Scanned with OKEN Scanner

0,05	0,79	0,83	0,87	0,90	,940	0,97	1,01	1,05	1,08	1,12	1,15	1,19	1,26	1,33
0,06	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,10	1,13	1,17	1,24	1,31
0,07	0,76	0,80	0,83	0,87	0,90	0,94	0,97	1,01	1,04	1,08	1,11	1,14	1,21	1,28
0,08	0,75	0,78	0,82	0,85	0,89	0,92	0,95	0,99	1,02	1,05	1,09	1,12	1,19	1,26
0,09	0,74	0,77	0,80	0,84	0,87	0,90	0,94	0,97	1,00	1,04	1,07	1,10	1,17	1,24
0,10	0,72	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,95	0,99	1,02	1,05	1,08	1,15	1,21
0,11	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,06	1,13	1,19
0,12	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	1,11	1,17
0,13	0,68	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	1,00	1,03	1,09	1,15
0,14	0,67	0,70	0,73	0,76	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,07	1,13
0,15	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,05	1,11
0,16	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,03	1,09
0,17	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	1,02	1,08
0,18	0,63	0,66	0,69	0,72	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	1,00	1,06
0,19	0,62	0,65	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,87	0,90	0,93	0,99	1,04
0,20	0,61	0,63	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,97	1,03
0,21	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,82	0,85	0,87	0,90	0,96	1,01
0,22	0,59	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,83	0,86	0,89	0,94	1,00
0,23	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,72	0,74	0,76	0,80	0,82	0,85	0,88	0,92	0,98
0,24	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,84	0,86	0,91	0,97
0,25	0,57	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,80	0,82	0,85	0,90	0,95
0,26	0,56	0,59	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84	0,89	0,94
0,27	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80	0,83	0,88	0,93
0,28	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0,67	0,69	0,72	0,74	0,77	0,79	0,82	0,86	0,91
0,29	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78	0,80	0,86	0,90
0,30	0,53	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,84	0,89
0,31	0,52	0,55	0,57	0,59	0,62	9,64	0,66	0,69	0,71	0,74	0,76	0,78	0,83	0,88
0,32	0,50	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,77	0,82	0,87
0,33	0,48	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	0,74	0,76	0,81	0,86
0,34	0,47	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,80	0,84
0,35	0,46	0,51	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,79	0,83
0,36	0,44	0,50	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,78	0,82
0,37	0,43	0,48	0,52	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,73	0,77	0,81

Scanned with OKEN Scanner

Continuarea tabelei 26

$a = a' = 0{,}05\ h$

	Marca betonului	Procent de armare $\mu_1 = \mu_1\%$													
$\sigma_c = 2500$ kg/cm²		110	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,06	1,14	1,32	1,50
		140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
		170	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,86	2,11
		200	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,16	2,45
$\sigma_c = 2850$ kg/cm²		140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
		140	0,19	0,28	0,38	0,47	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,04	1,14	1,23	1,42	1,60
		170	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,03	1,14	1,24	1,34	1,55	1,76
		200	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,80	2,04
e_0/h	$\alpha_1 = \alpha'_1$		0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30	0,34
0,38			0,41	0,47	0,52	0,54	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70	0,72	0,76	0,80
0,39			0,40	0,47	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,74	0,79
0,40			0,39	0,44	0,49	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,74	0,79
0,41			0,37	0,43	0,48	0,52	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,73	0,78
0,42			0,36	0,42	0,47	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,72	0,77
0,43			0,35	0,41	0,46	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,71	0,76
0,44			0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70	0,75
0,45			0,32	0,38	0,43	0,48	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,69	0,74

Scanned with OKEN Scanner

0,46	0,31	0,37	0,42	0,47	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,65	0,69	0,73
0,47	0,30	0,36	0,41	0,46	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,73
0,48	0,29	0,35	0,40	0,45	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	0,72
0,49	0,28	0,34	0,39	0,44	0,48	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,66	0,71
0,50	0,27	0,33	0,38	0,43	0,47	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,66	0,70
0,51	0,26	0,32	0,37	0,42	0,46	0,49	0,53	0,55	0,56	0,58	0,60	0,62	0,65	0,70
0,52	0,25	0,31	0,36	0,41	0,45	0,48	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,64	0,69
0,53	0,24	0,30	0,35	0,40	0,44	0,47	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,68
0,54	0,23	0,29	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,55	0,57	0,58	0,60	0,63	0,67
0,55	0,22	0,28	0,33	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,63	0,67
0,56	0,22	0,27	0,32	0,37	0,41	0,45	0,48	0,51	0,54	0,55	0,57	0,59	0,62	0,66
0,57	0,21	0,27	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,55	0,57	0,58	0,61	0,65
0,58	0,20	0,26	0,31	0,35	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,54	0,56	0,58	0,61	0,65
0,59	0,19	0,26	0,30	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,54	0,56	0,57	0,60	0,64
0,60	0,19	0,24	0,29	0,34	0,38	0,41	0,45	0,48	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,64
0,62	0,17	0,23	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,62
0,64	0,16	0,22	0,26	0,30	0,35	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,53	0,55	0,57	0,61
0,66	0,15	0,21	0,25	0,29	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,61
0,68	0,14	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,53	0,55	0,59
0,70	0,14	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,51	0,54	0,58
0,72	0,13	0,18	0,22	0,26	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,53	0,57
0,74	0,12	0,17	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,52	0,56
0,76	0,11	0,16	0,20	0,24	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,47	0,51	0,55
0,78	0,11	0,15	0,19	0,23	0,26	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,54
0,80	0,10	0,15	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,53
0,82	—	0,14	0,18	0,21	0,24	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,53
0,84	—	0,13	0,17	0,20	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,38	0,40	0,42	0,46	0,51
0,86	—	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39	0,41	0,45	0,50
0,88	—	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	0,38	0,40	0,44	0,49
0,90	—	0,12	0,15	0,19	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,39	0,43	0,48
0,92	—	0,11	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,42	0,47

Scanned with OKEN Scanner

Continuarea tabelei 26

$a = a' = 0{,}05\,h$

			Procent de armare $\mu_1 = \mu_1'$%													
$\sigma_c = 2500$ kg/cm²	Marca betonului	110	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,06	1,14	1,32	1,50
		140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
		170	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,86	2,11
		200	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,16	2,45
$\sigma_c = 2850$ kg/cm²		140	Când $n_1 < 0{,}52$ valorile $\mu_1 = \mu_1'$ se iau aceleaşi ca şi pentru $\sigma_c = 2500$ kg/cm²													
		170	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,03	1,14	1,24	1,34	1,55	1,76
		200	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,80	2,04
$\frac{e_0}{h}$	$a_1 = a'_1$		0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30	0,34
0,94			—	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,35	0,37	0,42	0,46
0,96			—	0,11	0,14	0,17	0,19	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,41	0,45
0,98			—	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,24	0,27	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,44
1,00			—	—	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,35	0,39	0,43
1,05			—	—	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,37	0,41
1,10			—	—	0,11	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,35	0,39

Scanned with OKEN Scanner

1,15	—	—	0,10	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29	0,33	0,37
1,20	—	—	—	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,32	0,35
1,25	—	—	—	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,33
1,30	—	—	—	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,32
1,35	—	—	—	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,27	0,31
1,40	—	—	—	—	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,21	0,23	0,26	0,29
1,45	—	—	—	—	0,11	0,13	0,15	0,17	0,17	0,19	0,21	0,22	0,25	0,28
1,50	—	—	—	—	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,24	0,27
1,55	—	—	—	—	—	0,11	0,14	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,23	0,26
1,60					—	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,22	0,25
1,65					—	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,22	0,24
1,70						0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,21	0,23
1,75						—	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23
1,80						—	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,22
1,85						—	0,10	0,12	1,13	0,14	0,15	0,16	0,19	0,21
1,90						—	—	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20
1,95							—	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,18	0,20
2,00							—	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,19
2,05							—	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,17	0,19
2,10							—	—	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18
2,15							—	—	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18
2,20								—	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17
2,25								—	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17
2,30								—	—	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16
2,35								—	—	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16
2,40								—	—	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16
2,45											0,11	0,12	0,13	0,15
2,50											0,10	0,11	0,13	0,15
2,60											0,10	0,11	0,13	0,14
2,70											—	0,10	0,12	0,14
2,80											—	0,10	0,12	0,13
2,90											—	—	0,11	0,12
3,00											—	—	0,11	0,12

Pentru $n_1 < 0{,}10$

$$A_f = A'_f = 1{,}1\,\frac{cN}{\sigma_c}\left(\frac{e_0 m}{h} - 0{,}45\right);$$

$$n_i = \frac{cN}{bhR_i};$$

$$\frac{e_0 m}{h} = \frac{Mm}{Nh};$$

$$A_f = A'_f = a_1\,bh\,\frac{R_i}{\sigma_c} \text{ sau } A_f = A'_f = \mu_1\,\frac{bh}{100}$$

Mărimi: M — kg. cm; N — kg; b și h — cm; A_f și A'_f — cm²; R_i și σ_c — kg/cm².

Observații: 1. Când flexibilitatea $\frac{l_f}{h} \leq 10$, valoarea coef. $m = 1.2$. Valorile n_1 — care se află între două linii groase, corespund cazurilor când suma secțiunilor $A_f + A'_f$ la armarea simetrică și nesimetrică nu diferă una de alta cu mai mult de 5%.

Scanned with OKEN Scanner

Valorile n_1 pentru calculul secțiunilor dreptunghiulare ale elementelor comprimate excentric *Tabela 27*

$a = a' = 0{,}08\,h$

Marca betonului		Procent de armare $\mu_1 = \mu'_1\%$													
$\sigma_c = 2\,500$ kg/cm²	110	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,06	1,14	1,32	1,50
	140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
	170	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,86	2,11
	200	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,16	2,45
$\sigma_c = 2\,850$ kg/cm²	140	0,22	Vezi observația 3												
	170	0,19	0,28	0,38	0,47	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,04	1,14	1,23	1,42	1,60
	200	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,03	1,14	1,24	1,34	1,55	1,76
		0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,80	2,04
$\frac{e_0}{h}\,m$ \ $\alpha_1 = \alpha'_1$		0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30	0,34
0,00		0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,40	1,48
0,01		0,87	0,91	0,94	0,98	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,37	1,45
0,02		0,85	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11	1,15	1,19	1,23	1,27	1,34	1,42
0,03		0,83	0,86	0,90	0,94	0,98	1,01	1,05	1,09	1,13	1,16	1,20	1,24	1,31	1,39
0,04		0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,10	1,14	1,17	1,21	1,28	1,36
0,05		0,79	0,83	0,86	0,90	0,94	0,97	1,01	1,04	1,08	1,11	1,15	1,19	1,26	1,33

Scanned with OKEN Scanner

0,06	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,95	0,99	1,02	1,06	1,09	1,13	1,16	1,23	1,30
0,07	0,76	0,79	0,83	0,86	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,07	1,10	1,14	1,21	1,27
0,08	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88	0,91	0,95	0,98	1,01	1,05	1,08	1,11	1,18	1,25
0,09	0,73	0,76	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,96	0,99	1,03	1,06	1,09	1,16	1,22
0,10	0,72	0,75	0,78	0,81	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,01	1,04	1,07	1,14	1,20
0,11	0,70	0,73	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,96	0,99	1,02	1,05	1,11	1,18
0,12	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,09	1,16
0,13	0,68	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,07	1,13
0,14	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,06	1,11
0,15	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,04	1,10
0,16	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	1,02	1,08
0,17	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	1,00	1,06
0,18	0,62	0,65	0,68	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,90	0,93	0,98	1,04
0,19	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,83	0,86	0,89	0,91	0,97	1,02
0,20	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,90	0,96	1,01
0,21	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75	0,78	0,80	0,83	0,86	0,88	0,94	0,99
0,22	0,58	0,61	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,79	0,82	0,84	0,87	0,92	0,98
0,23	0,57	0,60	0,62	0,65	0,68	0,70	0,73	0,76	0,78	0,81	0,83	0,86	0,91	0,96
0,24	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72	0,74	0,77	0,79	0,82	0,84	0,90	0,95
0,25	0,56	0,58	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78	0,81	0,83	0,88	0,93
0,26	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,82	0,87	0,92
0,27	0,54	0,56	0,59	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,81	0,86	0,91
0,28	0,53	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,75	0,77	0,80	0,84	0,89
0,29	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,83	0,88
0,30	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,77	0,82	0,87
0,31	0,51	0,53	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,69	0,72	0,74	0,76	0,81	0,86
0,32	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,80	0,84

Scanned with OKEN Scanner

continuarea tabelei 27

$a = a' = 0{,}08\ h$

	Marca betonului	Procent de armare $\mu_1 = \mu_1'$ %													
$r_c = 2\,500$ kg/cm²	110	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,06	1,14	1,32	1,50
	140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
	170	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,86	1,11
	200	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,16	2,45
$o_c = 2\,850$ kg/cm²	140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
	170	0,19	0,28	0,38	0,47	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,04	1,14	1,23	1,42	1,60
	200	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,03	1,14	1,24	1,34	1,55	1,76
		0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,80	2,04
$\frac{e_0}{h}\ m$ \ $\alpha_1 = \alpha_1'$		0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30	0,34
0,33		0,48	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,79	0,83
0,34		0,47	0,51	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,73	0,78	0,82
0,35		0,45	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,77	0,81
0,36		0,44	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,76	0,80
0,37		0,42	0,47	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,71	0,74	0,79
0,38		0,41	0,46	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,73	0,78

Scanned with OKEN Scanner

0,39	0,39	0,45	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,73	0,77
0,40	0,38	0,43	0,48	0,52	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,72	0,76
0,41	0,36	0,42	0,47	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,71	0,75
0,42	0,35	0,41	0,46	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,71	0,74
0,43	0,34	0,40	0,44	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,70	0,73
0,44	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,69	0,72
0,45	0,31	0,37	0,42	0,46	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,68	0,72
0,46	0,30	0,36	0,41	0,45	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,67	0,71
0,47	0,29	0,35	0,40	0,44	0,48	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,66	0,70
0,48	0,28	0,34	0,39	0,43	0,47	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,66	0,69
0,49	0,27	0,33	0,38	0,42	0,46	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59	0,61	0,65	0,68
0,50	0,26	0,32	0,37	0,41	0,45	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,60	0,64	0,68
0,51	0,25	0,31	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,53	0,55	0,56	0,58	0,60	0,64	0,67
0,52	0,24	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59	0,63	0,66
0,53	0,23	0,29	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,62	0,66
0,54	0,22	0,28	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,51	0,53	0,55	0,56	0,58	0,62	0,65
0,55	0,21	0,27	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,61	0,64
0,56	0,21	0,26	0,31	0,35	0,39	0,43	0,46	0,49	0,52	0,53	0,55	0,57	0,61	0,64
0,57	0,20	0,26	0,30	0,35	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,53	0,55	0,56	0,60	0,63
0,58	0,19	0,25	0,30	0,34	0,38	0,41	0,45	0,48	0,51	0,52	0,54	0,56	0,59	0,62
0,59	0,18	0,24	0,29	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,62
0,60	0,18	0,23	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61
0,62	0,17	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54	0,57	0,60
0,64	—	0,21	0,25	0,29	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59
0,66	—	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,58
0,68	—	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57
0,70	—	0,18	0,22	0,26	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,49	0,53	0,56
0,72	—	0,17	0,21	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,48	0,52	0,55
0,74	—	—	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,46	0,51	0,54
0,76	—	—	0,19	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,50	0,53

Scanned with OKEN Scanner

continuarea tabelei 27

$a = a' = 0{,}08\ h$

	Marca betonului	Procent de armare $\mu_t = \mu_1' \%$													
$\sigma_c = 2\,500$ kg/cm²		110	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,06	1,14	1,32	1,50
		140	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,86	0,97	1,08	1,19	1,30	1,40	1,62	1,84
		170	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,86	2,11
		200	0,29	0,43	0,58	0,72	0,86	1,00	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,16	2,45
$\sigma_c = 2\,850$ kg/cm²		140	Când $n_1 < 0{,}51$ valorile $\mu_1 = \mu_1'$ se iau ca și pentru $\sigma_c = 2\,500$ kg/cm²													1,84
																1,60
		170	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,03	1,14	1,24	1,34	1,55	1,76
		200	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,80	2,04
$\frac{e_0}{h}$	$\alpha_1 = \alpha_1'$		0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30	0,34
	0,78		—	—	0,18	0,22	0,25	0,29	0,31	0,34	0,36	0,39	0,41	0,44	0,48	0,52
	0,80		—	—	0,17	0,21	0,24	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51
	0,82		—	—	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,46	0,50
	0,84		—	—	—	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40	0,45	0,49
	0,86		—	—	—	0,19	0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,39	0,44	0,48

Scanned with OKEN Scanner

n_1														
0,88	—	—	—	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,43	0,47
0,90	—	—	—	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,30	0,33	0,35	0,37	0,42	0,46
0,92	—	—	—	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,41	0,45
0,94	—	—	—	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,40	0,44
0,96	—	—	—	—	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,39	0,43
0,98	—	—	—	—	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,38	0,42
1,00				—	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,37	0,41
1,05				—	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,35	0,39
1,10				—	—	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,27	0,29	0,33	0,37
1,15	Când $n_1 < 0,16$			—	—	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,35
1,20					—	—	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,30	0,33
1,25					—	—	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,28	0,32
1,30	$A_f = A'_f = 1,2\,\frac{cN}{\sigma_c}\left(\frac{e_0 m}{h} - 0,42\right)$				—	—	—	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,27	0,30
1,35							—	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,26	0,29
1,40							—	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,25	0,28
1,45	$n_1 = \frac{cN}{bhR_i}$; $\frac{e_0}{h}\,m = \frac{M}{Nh}\,m$;						—	—	0,16	0,18	0,19	0,21	0,24	0,26
1,50							—	—	—	0,17	0,18	0,20	0,23	0,25
1,55									—	0,16	0,17	0,19	0,22	0,24
1,60									—	—	0,17	0,18	0,21	0,24
1,65									—	—	0,16	0,18	0,20	0,23
1,70	$A_f = A'_f = \alpha_1\, bh\,\frac{R_i}{\sigma_c}$ sau $A_f = A'_f = \mu_1\,\frac{bh}{100}$.										—	0,17	0,19	0,22
1,75											—	0,16	0,19	0,21
1,80											—	—	0,18	0,20
1,85	Mărimi: M — kg. cm; N — kg; b şi h — cm;										—	—	0,18	0,20
1,90	A_f şi A'_f — cm²; R_i şi σ_c — kg/cm².											—	0,16	0,19
1,95												—	0,17	0,19
2,00												—	—	0,18
2,05												—	—	0,18
2,10													—	0,17
2,15													—	0,17
2,20													—	0,16

Observaţii: 1. Când flexibilitatea $\frac{l_f}{h} \leqslant 10$, valoarea coeficientului $m = 1$. 2. Valorile n_1, care se află între cele două linii groase, corespund cazurilor când suma secţiunilor ($A_f + A'_f$ la armare simetrică şi nesimetrică nu diferă una de alta cu mai mult de 5%. 3. Pentru marca betonului 140 şi armătura din oţel OL38 ($\sigma_a = 2\,850$ kg/cm²), valorile $\mu_1 = \mu'_1$ se iau din rândurile superioare când $n_1 < 0,51$ şi din cele inferioare când $n_1 \geqslant 0,51$.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 28

Valorile B_{0c} și α_c pentru calculul secțiunilor T ale elementelor comprimate excentric

$\frac{b_p}{b}$		$\frac{h_p}{h_0}$ = 0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
1,5	B_{0c}	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49
	α_c	0,58	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63
2	B_{0c}	0,48	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58
	α_c	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71
2,5	B_{0c}	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66
	α_c	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80
3	B_{0c}	0,55	0,57	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75
	α_c	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,89
3,5	B_{0c}	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84
	α_c	0,71	0,73	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98
4	B_{0c}	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93
	α_c	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05	1,07
4,5	B_{0c}	0,67	0,69	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84	0,86	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01
	α_c	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97	1,00	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17
5	B_{0c}	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,90	0,93	0,95	0,98	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10
	α_c	0,81	0,84	0,87	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	1,07	1,09	1,13	1,17	1,20	1,23	1,26

Scanned with OKEN Scanner

5,5	B_{0c}	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,16	1,19
	α_c	0,84	0,87	0,91	0,91	0,97	1,00	1,01	1,07	1,11	1,14	1,17	1,21	1,25	1,28	1,32	1,36
6	B_{0c}	0,78	0,82	0,85	0,89	0,92	0,96	0,99	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,22	1,25	1,28
	α_c	0,88	0,91	0,95	0,98	1,02	1,06	1,10	1,11	1,18	1,21	1,24	1,29	1,33	1,37	1,41	1,46
6,5	B_{0c}	0,82	0,86	0,90	0,91	0,97	1,01	1,05	1,08	1,12	1,16	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33	1,36
	α_c	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07	1,12	1,16	1,20	1,24	1,29	1,31	1,37	1,41	1,46	1,51	1,55
7	B_{0c}	0,86	0,90	0,94	0,98	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,41	1,45
	α_c	0,95	0,99	1,04	1,08	1,13	1,17	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65
7,5	B_{0c}	0,89	0,94	0,99	1,03	1,08	1,12	1,17	1,21	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54
	α_c	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,54	1,59	1,64	1,69	1,74
8	B_{0c}	0,93	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18	1,22	1,27	1,32	1,36	1,42	1,45	1,50	1,54	1,58	1,63
	α_c	1,02	1,07	1,12	1,18	1,23	1,29	1,34	1,39	1,45	1,50	1,56	1,62	1,68	1,74	1,79	1,85
9	B_{0c}	1,01	1,07	1,12	1,18	1,23	1,29	1,34	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
	α_c	1, 9	1,15	1,21	1,28	1,34	1,40	1,46	1,53	1,59	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,96	2,02
10	B_{0c}	1,08	1,15	1,22	1,28	1,34	1,40	1,46	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76	1,82	1,87	1,92	1,98
	α_c	1,17	1,23	1,30	1,37	1,44	1,51	1,59	1,66	1,73	1,81	1,88	1,95	2,03	2,10	2,16	2,22
11	B_{0c}	1,16	1,23	1,30	1,37	1,44	1,51	1,58	1,65	1,72	1,78	1,84	1,91	1,97	2,04	2,10	2,16
	α_c	1,24	1,32	1,39	1,47	1,55	1,63	1,71	1,79	1,87	1,94	2,02	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42
12	B_{0c}	1,24	1,32	1,40	1,48	1,55	1,62	1,69	1,77	1,85	1,92	1,99	2,06	2,13	2,19	2,26	2,33
	α_c	1,31	1,40	1,49	1,57	1,65	1,75	1,84	1,92	2,02	2,10	2,20	2,28	2,36	2,45	2,53	2,62
13	B_{0c}	1,31	1,40	1,48	1,57	1,65	1,73	1,81	1,89	1,97	2,05	2,13	2,21	2,29	2,36	2,43	2,50
	α_c	1,39	1,48	1,57	1,65	1,75	1,85	1,95	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45	2,55	2,65	2,75	2 85
14	B_{0c}	1,39	1,48	1,58	1,67	1,76	1,85	1,93	2,02	2,11	2,19	2,27	2,35	2,14	2,52	2,60	2.68
	α_c	1,47	1,57	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00
15	B_{0c}	1,47	1,57	1,67	1,77	1,86	1,96	2,05	2,15	2,24	2,33	2,42	2,51	2,60	2,69	2,77	2,86
	α_c	1,55	1,66	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,45	2,55	2,65	2,75	2,85	3,00	3,10	3,20

Scanned with OKEN Scanner

Valorile $\frac{e_0}{r_m}$ m pentru calculul secțiunilor inelare (tubulare) ale elementelor comprimate excentric și cu armătura uniform distribuită pe perimetru

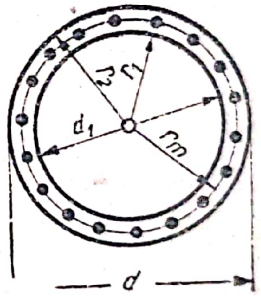
α \ n_1	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
0,05	1,454	1,262	1,146	1,059	0,982	0,910	0,840	0,770	0,700
0,10	1,910	1,550	1,350	1,212	1,103	1,008	0,922	0,842	0,764
0,15	2,351	1,829	1,549	1,362	1,221	1,105	1,004	0,919	0,828
0,20	2,779	2,101	1,742	1,509	1,339	1,202	1,086	0,984	0,891
0,25	3,195	2,365	1,931	1,654	1,454	1,297	1,168	1,055	0,955
0,30	3,601	2,625	2,117	1,797	1,568	1,392	1,249	1,126	1,019
0,35	3,999	2,879	2,300	1,938	1,682	1,487	1,330	1,197	1,082
0,40	4,389	3,129	2,481	2,077	1,795	1,581	1,411	2,268	1,146
0,45	4,772	3,375	2,659	2,215	1,907	1,675	1,491	1,339	1,210
0,50	5,150	3,619	2,835	2,353	2,018	1,769	1,572	1,410	1,273
0,55	5,523	3,859	3,011	2,489	2,129	1,862	1,652	1,482	1,337

Scanned with OKEN Scanner

0,60	5,891	4,097	3,185	2,624	2,240	1,955	1,733	1,552	1,401
0,65	6,255	4,334	3,357	2,759	2,350	2,048	1,813	1,623	1,464
0,70	6,616	4,568	3,529	2,894	2,460	2,141	1,894	1,694	1,528
0,75	6,973	4,800	3,699	3,027	2,569	2,233	1,974	1,765	1,592
0,85	7,328	5,031	3,869	3,161	2,678	2,326	2,054	1,836	1,655

$$n_1 = \frac{cN}{AR_i}; \qquad \alpha = \frac{A_f \sigma_c}{AR_i}$$

$$r_m = \frac{r + r_2}{2}$$



Mărimi: N – kg; r_1, r_2 și r_m – cm; A_f și A – cm²; R_i și σ_c – kg/cm²

Observație: Când flexibilitatea $\frac{l_f}{d} \leqslant 8$, valoarea coeficientului $m = 1$.

Scanned with OKEN Scanner

Valorile n_1 pentru calculul secțiunilor circulare ale elementelor comprimate excentric și cu armătură uniform distribuită pe perimetru

Tabela 30

$a = 0{,}05\ d$

	Marca betonului	Procent de armare													
$\sigma_c = 2\,500$ kg/cm²	110	0,35	0,53	0,70	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58	1,76	1,94	2,11	2,29	2,64	2,99
	140	0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,51	1,73	1,91	2,16	2,38	2,59	2,81	3,21	3,67
	170	0,50	0,74	0,99	1,24	1,49	1,74	1,98	2,23	2,48	2,73	2,96	3,23	3,72	4,22
	200	0,58	0,86	1,15	1,44	1,73	2,02	2,30	2,59	2,88	3,17	3,46	3,75	4,33	4,90
$\sigma_c = 2\,850$ kg cm²	140	0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,51	1,73	1,94	2,16	2,38	2,59	2,81	3,24	3,67
	170	0,39	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52	1,70	1,90	2,09	2,28	2,47	2,84	3,22
	200	0,41	0,62	0,83	1,03	1,24	1,45	1,65	1,86	2,97	2,28	2,48	2,69	3,11	3,52
		0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	2,64	2,88	3,12	3,60	4,08
$\frac{e_o}{d}$ m	α_1	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,60	0,68
0		0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,40	1,48
0,05		0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98	1,01	1,03	1,08	1,13
0,10		0,70	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94	0,98	1,03
0,15		0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,90	0,94
0,20		0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,78	0,79	0,83	0,87
0,25		0,51	0,56	0,58	0,60	0,62	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,77	0,81
0,30		0,42	0,46	0,51	0,54	0,57	0,59	0,61	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,72	0,75
0,35		0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,60	0,62	0,63	0,65	0,68	0,71

Scanned with OKEN Scanner

0,40	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,59	0,61	0,64	0,66
0,45	0,23	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,60	0,63
0,50	0,19	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,46	0,48	0,51	0,55	0,59
0,55	0,15	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,51	0,55
0,60	0,13	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50
0,65	0,11	0,15	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,43	0,46
0,70	0,10	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,39	0,43
0,75	0,09	0,12	0,15	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,37	0,40
0,80	0,08	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,34	0,37
0,85	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,32	0,35
0,90	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27	0,30	0,33
0,95	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,28	0,31
1,00	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,27	0,29
1,10	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,24	0,26
1,20	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,22	0,24
1,30	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,22
1,40	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20
1,50	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,19
1,75	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16
2,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,14
2,25	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
2,50	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
2,75	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
3,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
4,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07
5,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05

$$n = \frac{cN}{AR_i}; \quad \frac{e_0}{d} m = \frac{M}{Nd} m; \quad \alpha = \frac{A_f \sigma_c}{AR_i}; \quad \mu\% = \frac{A_f}{A} 100 = \alpha_1 \frac{R_i}{\sigma_c} 100$$

Mărimi: M — kg cm; N — kg; d — cm; A și A_f — cm²; σ_c și R_i — kg/cm².

Observație: Cantitatea $\mu_1\%$ pentru marca de beton 140 și oțel OL38 ($\sigma_c = 2850$ kg/cm²), pentru valorile n; care n_1 află deasupra liniei groase, se iau din rândul inferior și pentru valorile n_1 care se află sub linia groasă — din rândul superior.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 31

Valorile n_1 pentru calculul secțiunilor circulare ale elementelor comprimate excentric cu armătura uniform distribuită pe perimetru

$a = 0{,}08\ d$

Marca betonului		Procent de armare $\mu\%$													
$\sigma_c = 2\,500$ kg cm²	110	0,35	0,53	0,70	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58	1,76	1,94	2,11	2,29	2,64	2,99
	140	0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,51	1,73	1,94	2,16	2,38	2,59	2,81	3,24	3,67
	170	0,50	0,74	0,99	1,24	1,49	1,74	1,98	2,23	2,48	2,73	2,96	3,23	3,72	4,22
	200	0,58	0,86	1,15	1,44	1,73	2,02	2,30	2,59	2,88	3,17	3,46	3,75	4,33	4,90
$\sigma_c = 2\,850$ kg cm²	140	0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,51	1,73	1,94	2,16	2,38	2,59	2,81	3,24	3,67
		0,39	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52	1,70	1,90	2,09	2,28	2,47	2,84	3,22
	170	0,41	0,62	0,83	1,03	1,24	1,45	1,65	1,86	2,07	2,28	2,48	2,69	3,11	3,52
	200	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	2,64	2,88	3,12	3,60	4,08
$\frac{e_0}{d}$ m \ α		0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,60	0,68
0		0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,28	1,32	1,40	1,48
0,05		0,76	0,79	0,81	0,83	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,03	1,07	1,12
0,10		0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1,01
0,15		0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,88	0,92
0,20		0,58	0,60	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,81	0,85
0,25		0,51	0,55	0,57	0,58	0,60	0,62	0,64	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72	0,75	0,79
0,30		0,42	0,46	0,50	0,53	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	0,65	0,67	0,70	0,73
0,35		0,34	0,38	0,42	0,46	0,48	0,51	0,55	0,56	0,58	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68

Scanned with OKEN Scanner

0,40	0,27	0,30	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,52	0,53	0,56	0,57	0,58	0,61	0,64
0,45	0,22	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49	0,52	0,54	0,58	0,61
0,50	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49	0,53	0,57
0,55	0,15	0,19	0,22	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,48	0,52
0,60	0,13	0,17	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,35	0,39	0,41	0,44	0,48
0,65	0,11	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,41	0,44
0,70	0,10	0,13	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,38	0,41
0,75	0,09	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,35	0,38
0,80	0,08	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,36
0,85	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,30	0,33
0,90	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31
0,95	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,27	0,29
1,00	0,05	0,07	0,09	0,11	0 13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,28
1,10	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,23	0,25
1,20	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,17	0,19	0,21	0,23
1,30	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,19	0,21
1,40	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,17	0,19
1,50	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,13	0,13	0,14	0,16	0,18
1,75	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,14	0,15
2,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,13
2,25	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11
2,50	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
2,75	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
3,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08
4,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
5,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05

$$n_1 = \frac{cN}{AR_i}; \quad \frac{e_0}{d} m = \frac{M}{Nd} m; \quad \alpha_1 = \frac{A_f \sigma_c}{AR_i}; \quad \mu_1\% = \frac{A_f}{A} 100 = \alpha_1 \frac{R_i}{\sigma_c} 100$$

Mărimi: M — kgcm; N — kg; d — cm; A şi A_f — cm²; σ_c şi R_i — kg/cm².

Observaţie: Cantitatea $\mu_1\%$ pentru marca betonului 140 şi oţel OL38 (σ_c = 2 850 kg/cm²) pentru valorile n_1 — care se află deasupra liniei groase se iau din rândul inferior şi pentru valorile n_1 — care se află sub linia groasă din rândul superior.

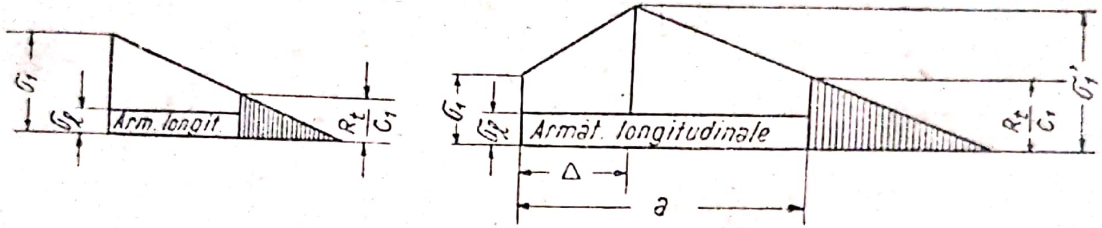
Scanned with OKEN Scanner

Tabela 32

Date pentru calculul barelor drepte şi al etrierilor

1. Valorile σ_l când 40% din rezultanta eforturilor unitare principale se transmite armăturii longitudinale

$$\sigma'' = 0{,}23\,\sigma_1 \qquad \sigma_l = \varphi_a\,\sigma_1'$$



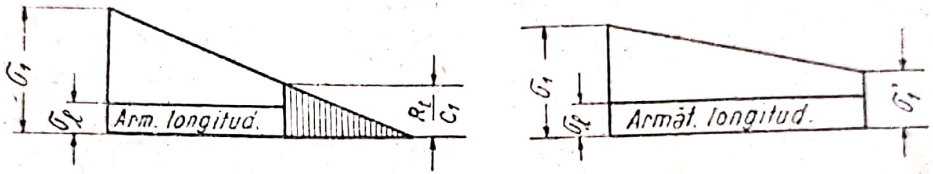
Valoarea coeficientului φ_a

σ/σ_1' \ Δ/a	0,20	0,30	4,40	0,50
0,2	0,23	0,23	0,23	0,23
0,3	0,23	0,24	0,24	0,25
0,4	0,24	0,25	0,25	0,26
0,5	0,24	0,25	0,26	0,27
0,6	0,24	0,26	0,27	0,28
0,7	0,25	0,27	0,28	0,29

2. Valorile σ_l când 20% din rezultanta eforturilor unitare principale se transmite armăturii longitudinale.

Scanned with OKEN Scanner

$$\sigma_l = 0{,}11\ \sigma_1 \qquad \sigma_l = 0{,}10\ (\sigma_1 + \sigma'_1) \text{ când } \sigma'_1 \geqslant 0{,}11\ \sigma_1$$



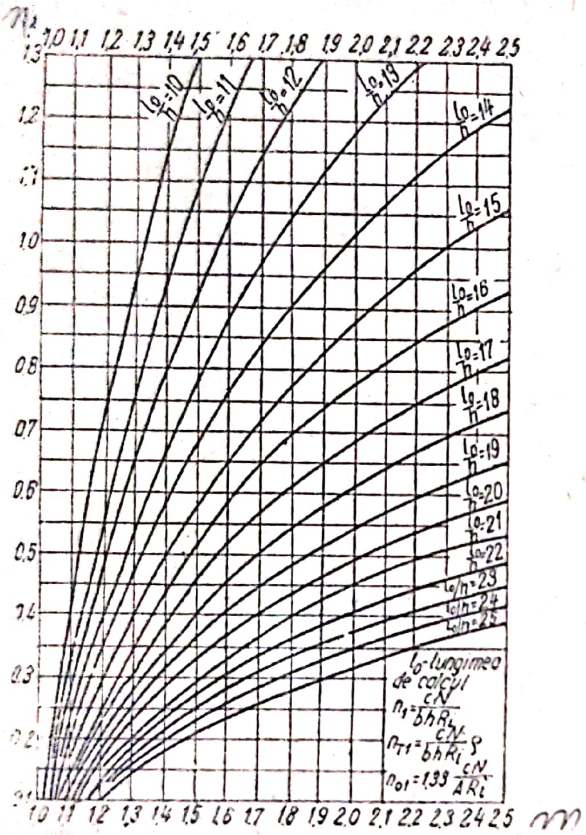
3. Eforturile unitare σ_{etr} kg/cm² preluate de etrieri când $\sigma_c = 2\,500$ kg/cm² şi $c = 1{,}8$

a / b	Etrieri ∅ 6 mm					Etrieri ∅ 8 mm				
	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35
18	3,1	2,2	1,8	1,4	1,2	—	—	—	—	—
20	2,7	2,0	1,6	1,3	1,1	—	—	—	—	—
22	2,4	1,8	1,4	1,2	1,0	4,2	3,2	2,6	2,1	1,8
25	2,1	1,6	1,2	1,0	0,9	3,8	2,8	2,2	1,8	1,6
30	1,8 / 3,6	1,3 / 2,7	1,0 / 2,1	0,9 / 1,8	0, / 1,6	3,1	2,3	1,9	1,6	1,3
35	1,6 / 3,0	1,1 / 2,2	0,9 / 1,8	0,8 / 1,6	0,7 / 1,3	2,7	2,0	1,6	1,3	1,1
40	1,3 / 2,7	1,0 / 2,0	0,8 / 1,6	0,7 / 1,3	0,6 / 1,1	2,3 / 4,7	1,8 / 3,6	1,4 / 2,8	1,1 / 2,3	1,0 / 2,0

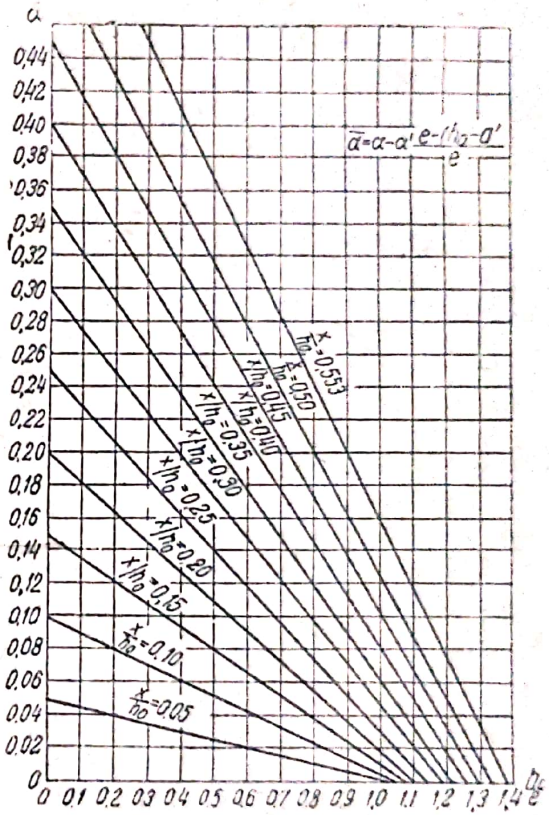
Observaţii. 1. Pentru etrieri din oţel cu alte limite de curgere şi pentru alţi coeficienţi de siguranţă, valorile intabulate trebue înmulţite cu coeficientul $\frac{\sigma c.}{1400}$. 2. Valorile σ_{etr} înscrise la numitor se referă la etrieri cu 4 secţiuni de forfecare.

Scanned with OKEN Scanner

Graficul 1 la scară mărită, pentru determinarea coeficientului m



Graficul 2 la scară mărită, pentru determinarea înălțimii x a zonei comprimate



Valorile: { n_1 — pentru secțiuni dreptunghiulare; n_{T_1} — pentru secțiuni în T; n_{01} — pentru secțiuni inelare și circulare }

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 33

Suprafața secțiunilor transversale și greutatea barelor din oțel beton rotund

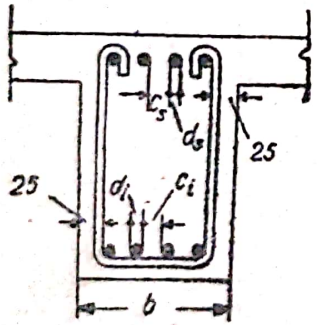
Diametrul în mm	Suprafața secțiunii transversale în cm² în funcție de numărul barelor									Greutatea în kg/m	Diametrul în mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	0,196	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,76	0,154	5
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,42	1,70	1,98	2,26	2,55	0,222	6
7	0, 385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	0,302	7
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	3,52	4,02	4,53	0,395	8
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	0,617	10
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	0,883	12
14	1,54	3,08	4,61	6,15	7,69	9,23	10,77	12,30	13,87	1,21	14
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09	1,58	16
18	2,54	5,09	7,63	10,17	12,71	15,26	17,80	20,3	22,9	2,00	18
20	3,14	6,28	9,41	12,56	15,70	18,84	22,0	25,1	28,3	2,47	20
22	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	22,8	26,6	30,4	34,2	2,98	22
25	4,91	9,82	14,73	19,64	24,55	29,5	34,4	39,3	44,2	3,86	25
30	7,07	14,13	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	5,55	30
35	9,62	19,2	28,9	38,5	48,1	57,7	67,3	77,0	86,6	7,55	35
40	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5	113,0	9,86	40

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 34

Cei mai mari diametri identici de bare în (mm) distribuite pe lățimea grinzii

Lățimea grinzii în mm	Numărul de bare pe un rând															
	3		4		5		6		7		8		9		10	
	d_s	d_l	d_s	d_i	d_s	d_i	d_s	d_i	d_s	d_i	d_s	d_i	d_s	d_i	d_s	d_i
150	14	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	25	25	10	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	30	30	14	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	35	35	20	25	10	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	40	40	25	30	16	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	—	—	35	35	25	30	16	20	10	14	—	—	—	—	—	—
350	—	—	—	—	35	35	25	25	18	20	12	16	—	—	—	—
400	—	—	—	—	40	40	30	30	25	25	18	22	12	16	8	12
450	—	—	—	—	—	—	35	35	30	30	25	25	18	22	12	18
500	—	—	—	—	—	—	—	—	35	35	30	30	25	25	18	22



Observații: 1. Distanțele c_s între barele superioare nu trebue să fie mai mici ca 30 mm și nici mai mici ca diametrul barelor superioare d_s.

2. Distanțele c_i între barele inferioare nu trebue să fie mai mici ca 25 mm și nici mai mici ca diametrul barelor inferioare d_i.

3. În cazul diametrilor diferiți de bare într'un rând, suma diametrilor barelor rândului nu trebue să fie mai mare ca suma diametrilor aceluiaș număr de bare de același diametru, arătată în tabela pentru grinda de aceiaș lățime.

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

	Pag.
Prefaţă la ediţia II-a	3
Prefaţă la ediţia I-a	5
INTRODUCERE	
A. Metoda rezistenţelor admisibile şi metode noi de calcul	7
B. Principiile fundamentale ale metodei de calcul după stadiul de rupere	8
C. Materiale — rezistenţe de calcul	10
D. Elemente de calcul	12
E. Avantajele metodei de calcul la rupere	18
Notaţii	19
I. Elemente fundamentale de calcul	22
A. Caracteristicile de calcul ale materialelor	22
B. Coeficienţii de siguranţă	23
C. Armătură minimă în elementele construcţiilor de beton armat	24
II. Elemente comprimate centric	25
A. Elemente armate cu bare longitudinale flexibile şi cu etrieri	25
B. Elemente cu armătură rigidă (profile laminate) sau cu armături combinate	26
C. Considerarea flambajului	27
D. Elemente fretate	28
E. Compresiune locală	29
III. Elemente întinse centric	29
IV. Elemente încovoiate	30
A. Elemente cu secţiuni simetrice de orice formă, simplu armate	30
B. Elemente cu secţiuni simetrice de orice formă, dublu armate	31
C. Elemente cu secţiune dreptunghiulară simplu armate	31
D. Elemente cu secţiuni dreptunghiulare, dublu armate	33
E. Elemente cu secţiune în T, cu placa aşezată în zona comprimată	35
F. Elemente cu secţiune triunghiulară, simplu armate	38
G. Elemente cu secţiune triunghiulară, dublu armate	39
H. Elemente cu secţiune inelară (tubulară)	41
I. Calculul la fisurare al elementelor încovoiate	42
J. Determinarea secţiunii armăturilor în plăcile legate monolitic de grinzi	43
K. Grosimea şi înălţimea minimă la plăci şi grinzi încovoiate	44
L. Calculul la eforturile unitare principale	45
V. Elemente comprimate excentric	47
A. Elemente cu secţiuni de formă simetrică	47
B. Considerarea flexibilităţii elementelor comprimate excentric	48
C. Elemente cu secţiune dreptunghiulară	49

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

D. Elemente cu secţiune în T 54
E. Elemente cu secţiune inelară (tubulară) 56
F. Elemente cu secţiune circulară 57
G. Compresiune excentrică oblică 57
H. Dimensiunile normate ale stâlpilor 58

VI. Elemente întinse excentric 58

Elemente cu secţiuni simetrice de orice formă 58

VII. Elemente supuse la torsiune şi la încovoiere cu torsiune 61
ANEXA I 63
I. Calculul elementelor comprimate centric 65

A. Elemente armate cu bare longitudinale, flexibile şi cu etrieri 65
B. Elemente cu armătură rigidă 68
C. Elemente fretate 72

II. Calculul elementelor întinse centric 77
III. Calculul elementelor încovoiate 80

A. Secţiuni dreptunghiulare simplu armate 80
B. Secţiuni dreptunghiulare dublu armate 83
C. Secţiuni în T 86
D. Secţiuni triunghiulare simplu armate 90
E. Secţiuni triunghiulare dublu armate 92
F. Secţiuni inelare (tubulare) cu armătură uniform repartizată 95

IV. Calculul la fisurare al elementelor încovoiate 96

Secţiuni dreptunghiulare simplu armate 96

V. Calculul la eforturi unitare principale 97

A. Grinzi 97
B. Console scurte 100

VI. Calculul elementelor comprimate excentric 103

A. Secţiuni dreptunghiulare cu armătură nesimetrică 103
B. Secţiuni dreptunghiulare cu armătură simetrică 108
C. Secţiuni în T 110
D. Secţiuni inelare (tubulare) 113
E. Secţiuni circulare 115
F. Considerarea influenţei flexibilităţii în calculul elementelor comprimate excentric 116
G. Calculul elementelor comprimate excentric supuse acţiunii simultane a unei forţe longitudinale şi al momentelor încovoietoare pe direcţia ambelor axe principale (compresiune excentrică oblică) 117
Anexa II 119

INTREPRINDEREA
POLIGRAFICĂ Nr. 4
BUCUREȘTI

Lei 9,66

Scanned with OKEN Scanner